



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del estudio de trabajo para la mejora de la productividad en el área de
corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A. – Lima, 2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTOR:

Carlos Adriano Abanto Pallardel

ASESOR:

Mgtr. George Reinoso Vásquez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

.....

Mgtr. Reinoso Vasquez, George

.....

Mgtr. Silva Siu, Daniel Ricardo

.....

Mgtr. Huertas del Pino Caverro, Ricardo Martin

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, a mi novia Melissa y a mis amigos, quienes con su constante apoyo me motivan a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que ha contribuido a la realización de este trabajo de investigación. Entre ellos mi familia, mis amigos y el apoyo constante de los asesores de la Universidad César Vallejo, sin todos ellos este trabajo no hubiera sido posible. Muchas gracias.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CARLOS ADRIANO ABANTO PALLARDEL con DNI N° 47226867, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de noviembre del 2017

Carlos Adriano Abanto Pallardel

Nombres y Apellidos del Tesista

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la presente Tesis que lleva como título: “Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A. – Lima, 2017”, a la que pongo bajo vuestra consideración y criterio, esperando que cumpla con todos los requisitos que la investigación requiere para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial.

Atentamente.

Carlos Adriano Abanto Pallardel

Contenido

CAPÍTULO I: Introducción	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Formulación del problema general	3
1.3 Problema General	10
1.4 Problemas Específicos	10
1.4.1 Objetivos	10
1.4.1.1 Objetivo General.....	10
1.4.1.2 Objetivos Específicos	11
1.5 Trabajos Previos.....	11
1.5.1 Trabajos Nacionales.....	11
1.5.2 Trabajos Internacionales	16
1.6 Teorías relacionadas al tema.....	21
1.6.1 Estudio del trabajo.....	21
1.6.2 Productividad	22
1.7 Justificación	22
1.7.1 Justificación social.....	22
1.7.2 Justificación Económica.....	23
1.7.3 Justificación Técnica	23
1.8 Hipótesis	23
1.8.1 Hipótesis General	23
1.8.2 Hipótesis Específicas	23
CAPITULO II: Marco Metodológico.....	24
2.1 Diseño de Investigación	24
2.1.1 Por su finalidad	24
2.1.2 Por su nivel o profundidad	24
2.1.3 Por su diseño.....	24
2.2 Variables	24
2.2.1 Variable Independiente	25
2.2.1.1 Dimensiones de la variable independiente.....	25
2.2.1.1.1 Estudio de métodos	25
2.2.1.1.2 Estudio de tiempos	25
2.2.2 Variable Dependiente.....	25

2.2.2.1 Dimensiones de la variable dependiente	26
2.2.2.1.1 Eficacia	26
2.2.2.1.2 Eficiencia	26
2.3 Matriz de operacionalización de variables	27
2.4 Población, muestra y muestreo	28
2.4.1 Población	28
2.4.2 Muestra	28
2.4.3 Muestreo	28
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5.1 Técnicas	29
2.5.2 Instrumentos	29
2.5.3 Validez y confiabilidad	29
2.6 Métodos de análisis de datos	30
2.7 Desarrollo de la propuesta	34
2.7.1 Estudio de métodos	42
2.7.1.1 Seleccionar el trabajo a mejorar	42
2.7.1.2 Registrar los detalles del trabajo	42
2.7.1.3 Analizar los detalles del trabajo	47
2.7.1.4 Desarrollar un nuevo método de trabajo	50
2.7.1.5 Capacitar al personal en el nuevo método de trabajo	54
2.7.1.6 Ejecutar el nuevo método de trabajo	55
2.7.2 Estudio de tiempos	55
3.2 Análisis costo-beneficio de la investigación	68
CAPÍTULO III: Resultados	76
3.1 Análisis Descriptivo	77
3.2 Análisis Inferencial	81
3.2.1 Prueba de Hipótesis	81
3.2.1.1 Hipótesis General	81
3.2.1.1 Hipótesis Específica 1	83
3.2.1.1 Hipótesis Específica 2	85
CAPÍTULO IV: Discusión	87
CAPÍTULO V: Conclusión	89
CAPÍTULO VI: Recomendaciones	90

Bibliografía	91
--------------------	----

CAPÍTULO I: Introducción

1.1 Realidad Problemática

El uso del hierro está ampliamente difundido en el mundo, pero tal vez el principal sea la fabricación del acero, el cual es una aleación muy utilizada en la industria mundial. Esto se debe a la gran maleabilidad, dureza y resistencia de este material.

Algunos de sus usos comprenden la fabricación de vehículos, artículos de cocina, fabricación de estructuras para la construcción, etc. Pero, en esta ocasión se analizarán las bobinas y consecuentemente las planchas fabricadas a partir de este material.

Las bobinas de acero son fabricadas en diversas dimensiones como peso, grosor y tipo. Estas pueden ser bobinas laminadas en frío (LAF), laminadas en caliente (LAC) y galvanizadas, todas hechas para un uso específico en la industria. Las bobinas LAF son aquellas que son producidas a temperatura ambiente y no sufren mayores transformaciones, mientras que las bobinas LAC son aquellas que sufren tratamientos térmicos durante su producción para conferirles mayor dureza y resistencia. Finalmente las bobinas galvanizadas son aquellas que atraviesan un proceso de electrodeposición para obtener una mayor resistencia a la oxidación y un mejor aspecto estético.

Actualmente el mayor proveedor de bobinas de acero en el mundo es China, que según la Asociación mundial del acero (2016) ocupa el 49.6% de la producción mundial tal como se muestra en la Figura 1.

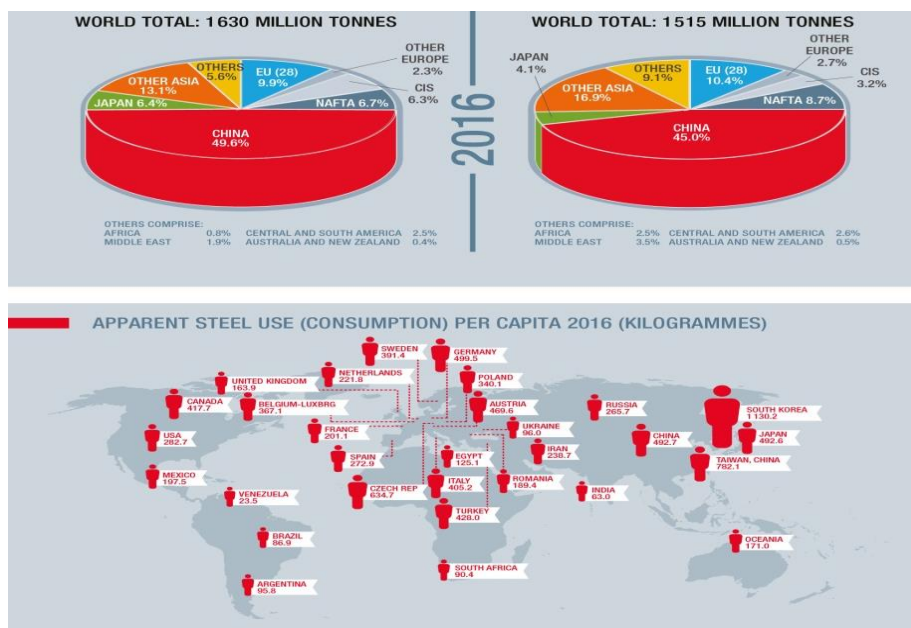


Figura 1: Producción mundial de acero 2016

Fuente: World Steel Association 2016

En el Perú la industria metalmecánica muestra un índice de crecimiento alto debido a la gran demanda y al crecimiento económico del país. Estadísticamente aproximadamente el 50% de la extracción minera es utilizada en la industria metalmecánica, esto significa una gran oportunidad de desarrollo para este mercado.

Las empresas dedicadas a la metalmecánica importan y en algunos casos compran las bobinas a nivel nacional. La mayoría de estas bobinas son utilizadas para la fabricación de planchas a través del corte longitudinal de las mismas. Según el INEI (2012) la producción de bobinas y planchas de acero producto del corte de las bobinas muestra un descenso en la producción nacional desde el año 2008 con recuperaciones ligeras en el año 2010 tal como se muestra en la siguiente figura.

CIU	Unidad						
Divisió	de	2007	2008 P/	2009 P/	2010 P/	2011 P/	2012 P/
Grupo	Medida						
28	Elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo						
281	Fabricación de productos metálicos para uso estructural						
	Plancha de acero inoxidable	kg	4 300 438	10 896 378	5 601 567	9 396 287	4 830 246
	Bobinas de acero	kg	21 937 436	26 455 551	27 691 660	32 789 286	36 347 789
289	Fabricación de otros productos elaborados de metal						
	Alambres diversos	kg	73 419 300	81 939 486	70 927 043	93 982 156	99 928 343
	Hojalata electrolítica	t	89 635	95 481	85 567	91 115	111 533
	Planchas y bobinas de acero inoxidable	kg	7 468 445	8 681 768	8 341 337	9 483 253	8 721 419
31	Maquinaria y aparatos eléctricos						
311	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos						
	Transformadores trifásicos	unidades	826	935	819	750	1 130
	Grupos electrógenos	unidades	1 436	1 421	1 170	1 903	1 514
312	Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica						
	Tableros de distribución	unidades	5 415	4 964	4 297	6 119	6 897
314	Fabricación de acumuladores y de pilas y baterías primarias						
	Baterías 6 v., 12 v.	miles	655 981	754 285	654 104	664 703	701 679

Figura 2: Producción de planchas y bobinas de acero 2007-2012

Fuente: Ministerio de la producción – Viceministerio de MYPE e industria

La tabla anterior muestra que la productividad de las empresas dedicadas a este rubro es variable tanto por la inestabilidad del volumen importado de bobinas (ya que las bobinas de acero no se producen a nivel nacional) como por la falta de una estandarización y estudio de los procesos en los que se incurre.

Tal es el caso de la empresa Industrias Metálicas el Redentor S.A (IMRED S.A.).

1.2 Formulación del problema general

Para poder conocer las causas principales de la baja productividad de la empresa se realizó una gráfica de Ishikawa, un diagrama de Pareto y una matriz de criticidad.

A continuación se presenta la Tabla 1, la cual busca identificar cuáles las causas principales de la baja productividad en el área de corte en planchas

Tabla 1: Causas encontradas

Elemento	Causa
C1	No hay métodos de trabajo
C2	Maquinaria realiza múltiples actividades
C3	trabajadores no capacitados
C4	Ausentismo laboral
C5	Mantenimiento no se planifica
C6	Producción no se planifica
C7	Falta normas de trabajo
C8	Falta normas medioambientales
C9	No se mide productividad
C10	Alto costo de materia prima

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior pueden visualizarse todas las causas identificadas que inciden en mayor medida en la baja productividad, estas causas fueron consideradas mediante la técnica de brainstorming.

De este modo podemos observar 10 causas principales. La falta de métodos de trabajo ve justificada su presencia en la tabla debido a que actualmente no existen manuales de trabajo, es decir el trabajo se hace de manera empírica. Esto lleva a que haya falta de capacitación en los trabajadores quienes realizan sus labores de una forma no estandarizada. Asimismo puede observarse ausentismo laboral, lo cual es una causa de baja productividad ya que cada máquina debe ser operada por un maquinista y un ayudante al menos para funcionar correctamente y a toda capacidad. Cabe resaltar también que no existen normas y políticas de trabajo establecidas por la gerencia.

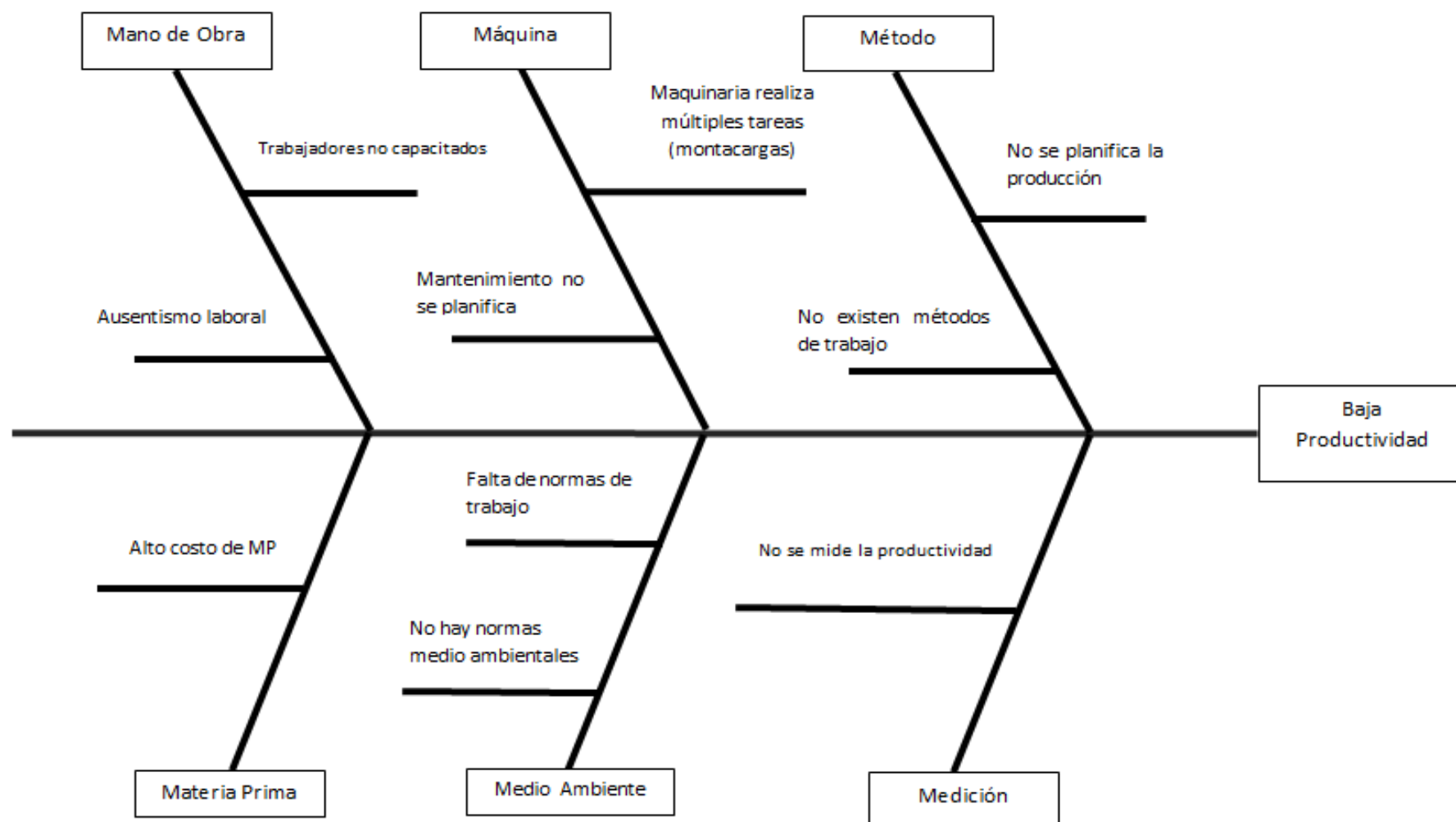
Las diversas actividades que realiza la maquinaria es también un factor relevante en la baja productividad. Esto se debe a que las bobinas son materiales muy pesados (entre 1 y 12 toneladas) que deben ser movidos necesariamente por el montacargas. Pero, el montacargas no solo es usado exclusivamente en el proceso de corte, este también es usado para el despacho de planchas y flejes, descarga de bobinas propias y de clientes y otras actividades que requieran la utilización del mismo. Esto suele perjudicar la productividad del proceso pues a veces se suscitan “cruces” en los que el montacargas no abastece a las máquinas de corte a tiempo generando improductividad y paradas.

Otra causa importante que genera improductividad en el área de corte es la falta de planificación del mantenimiento de la maquinaria. Actualmente solo se realiza mantenimiento correctivo a las máquinas, esto genera tiempos muertos cuando las maquinas fallan y no pueden realizarse los cortes apropiadamente o cuando el montacargas esta inoperativo y no se puede abastecer a las máquinas.

La falta de planificación de los cortes y la producción en general es también un gran problema, puesto que se trabaja “para el día” y muchas veces la interrupción de una secuencia de cortes que ya estaba establecida implica cambiar la configuración de la máquina para atender otro corte que es más urgente. Esto conlleva a que no haya una medición de la productividad y no se utilicen indicadores para evaluar la gestión de la planta.

Por último el alto costo de la materia prima puede influir negativamente en la productividad ya que un corte errado puede significar la pérdida de mucho dinero, significando que el trabajo no reporte una ganancia.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 podemos observar las causas encontradas de la baja productividad clasificadas en sus respectivas “M” en la matriz de Ishikawa. Esto se hace con el fin de visualizar cuales son las áreas más afectadas de la empresa.

Tabla 2: Matriz de criticidad

C	Criterio Analizado	Σ	%	% Acum
C1	No hay métodos de trabajo	10	29%	29%
C2	trabajadores no capacitados	9	26%	54%
C3	uinaria realiza multiples actividades	7	20%	74%
C4	Ausentismo laboral	2	6%	80%
C5	Mtto no se planifica	2	6%	86%
C6	Producción no se planifica	1	3%	89%
C7	Falta normas de trabajo	1	3%	91%
C8	Falta normas medioambientales	1	3%	94%
C9	No se mide productividad	1	3%	97%
C10	Alto costo de MP	1	3%	100%
Total		35	100%	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior podemos ver que las causas identificadas han sido ordenadas mediante la técnica de brainstorming de manera que se pueda entender cuáles son aquellas que inciden en mayor medida en la baja productividad. Para ser específicos, las causas 1, 2 y 3 representan el 74% de incidencia en baja productividad.

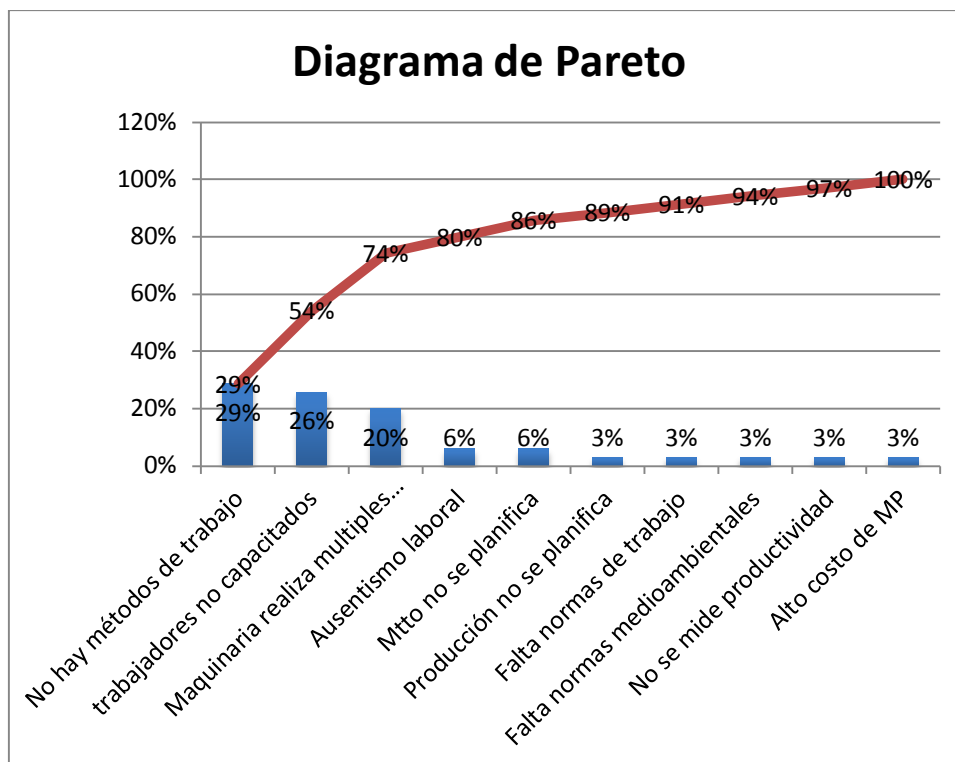


Figura 4: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber sido identificadas las causas, es necesario estratificar las áreas afectadas, y priorizar los problemas que deben ser resueltos tal como se muestra a continuación:

Problemas por área	Medición	Mano de obra	Maquinaria	Método	Medio ambiente	Materia Prima	Nivel de criticidad	Total problemas	Tasa porcentual	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Gestión	0	1	0	0	2	0	Medio	3	30%	6	18	2	Mejora continua
Procesos	1	1	0	2	0	1	Alto	5	50%	10	50	3	Estudio del trabajo
Mantenimiento	0	0	2	0	0	0	Medio	2	20%	2	4	1	TPM
Calidad	0	0	0	0	0	0	Medio	0	0%	2	0	1	5' S
Total	1	2	2	2	2	1		10					

Figura 5: Matriz de priorización

Fuente: Elaboración propia.

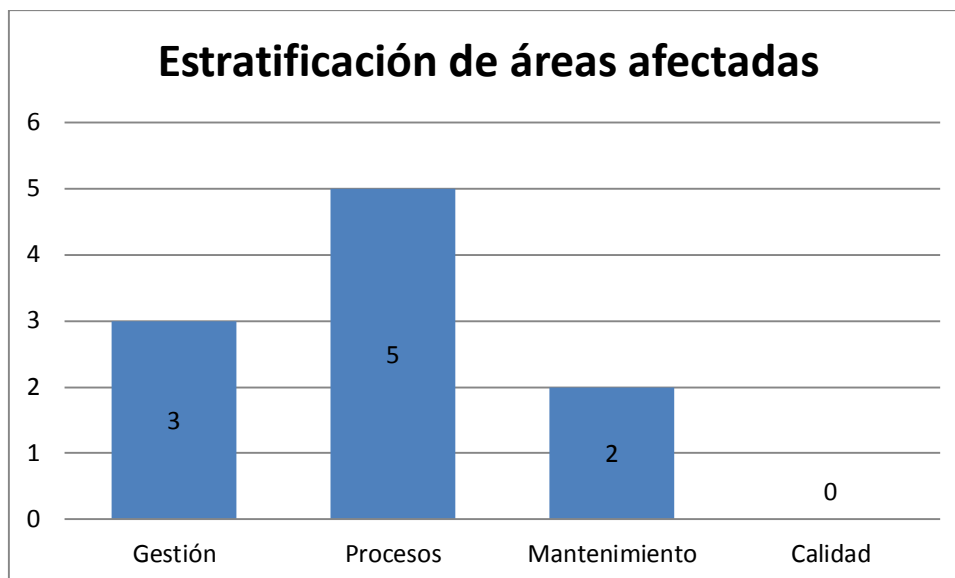


Figura 6: Estratificación de áreas afectadas

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de Pareto podemos observar las causas que tienen mayor incidencia en la baja productividad de la empresa, por lo que se decidió utilizar el estudio del trabajo para solucionar este problema.

Asimismo en la matriz de priorización se puede observar las áreas que presentan causas del problema y la prioridad que estos tienen para ser resueltos. De estas figuras podemos afirmar que el área que presenta la mayor cantidad de problemas es el área de procesos. Teniendo como alternativas de solución las siguientes herramientas: Mejora continua. Estudio del trabajo, Mantenimiento productivo total (TPM) y la filosofía 5 S.

Para poder decidir eficazmente una herramienta de solución para el problema se realizó un análisis de alternativas de solución a través de la siguiente matriz:

Alternativas	Criterios			Total
	Factibilidad	Viabilidad	Eficacia	
Estudio del trabajo	3	3	3	9
Mejora continua	3	2	1	6
TPM	1	1	1	3
Filosofía 5 S	2	2	1	5

Figura 7: Matriz de alternativas de solución

Fuente: Elaboración propia

1.3 Problema General

Como se ha visto en el diagrama de Pareto, la falta de métodos de trabajo, de capacitación y la realización de múltiples actividades generan tiempos muertos, los cuales a su vez originan la baja productividad.

Adicionalmente se ha propuesto que el estudio del trabajo puede solucionar este problema mediante el uso de sus herramientas, lo cual nos lleva a plantear el problema general de la investigación:

- ¿Cómo el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.?

1.4 Problemas Específicos

De igual manera, se han establecido los problemas específicos, siendo los siguientes:

- ¿De qué manera el estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.?
- ¿Cómo el estudio de tiempos incrementa la eficiencia en el área de corte en la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.?

1.4.1 Objetivos

Los objetivos de la investigación han sido clasificados también en general y específico, con el fin de mantener la coherencia lógica de la misma.

1.4.1.1 Objetivo General

El objetivo general de la investigación es:

- Determinar cómo el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.

1.4.1.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

- Determinar de qué manera el estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.
- Determinar de qué manera el estudio de tiempos incrementa la eficiencia en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.

1.5 Trabajos Previos

1.5.1 Trabajos Nacionales

A continuación se hace referencia a los estudios realizados en nuestro país con respecto a la presente investigación.

RUIZ, Heber. Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2016, 222p.

El trabajo mencionado abarca el proceso de llenado de arroz en la tolva de procesamiento en la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Esta empresa procesa arroz para su posterior distribución y comercialización.

La productividad del proceso se ve reducida debido a la distancia variable que existe entre las pilas de arroz, las cuales están compuestas por distintos tipos de granos, y la tolva de procesamiento. El grano debe viajar desde su lugar de almacenamiento hasta la maquinaria.

El investigador ha planteado como objetivo del trabajo incrementar la productividad del proceso mediante el uso de las herramientas del estudio del trabajo como los DOP, diagramas de flujo, Lay out de la empresa y los diagramas de causa – efecto.

La propuesta de mejora del proceso consiste en la adquisición de una carretilla hidráulica para facilitar el transporte de los sacos de arroz, así

como la implementación de una faja transportadora que alimente directamente los sacos de arroz a la tolva de procesamiento.

A través de estas mejoras, efectivamente se percibe un incremento en la productividad pues se eliminan movimientos innecesarios y el transporte se convirtió en una actividad más eficiente y menos penosa para los operarios. La eficiencia se incrementó en 3.67% y la eficacia en 20%.

OROZCO, Eduard. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport Chiclayo – 2015. Trabajo de titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, 2016, 202 p.

El presente trabajo de investigación abarca el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport el cual presenta serias deficiencias entre las cuales se pueden encontrar la falta de planificación, desorden en el área, falta de capacitación de los colaboradores, actividades improductivas y despilfarros varios.

El investigador se vale de herramientas como la determinación del tiempo estándar de producción, las 5 S y los principios del lean manufacturing para proponer un método de producción más eficiente.

El objetivo del trabajo es aumentar la productividad a través de estas herramientas. Esto se logró gracias a la eliminación de los factores que entorpecen el proceso, como actividades improductivas, ordenamiento del área de trabajo.

REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el molino Latino S.A.C. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2015, 131 p.

En el trabajo de investigación mencionado se analiza el proceso de pilado de arroz en la planta industrial de la empresa Molino Latino S.A.C. El investigador inicia el trabajo describiendo los procesos actuales y todos los factores que afectan directamente la productividad.

En este caso el investigador mide la productividad de materia prima, de mano de obra y económica.

Para tener un mejor entendimiento del proceso, el investigador utiliza las herramientas del estudio del trabajo como son los Diagramas de operaciones, Diagramas causa-efecto, Diagrama de Pareto, entre otros.

El investigador ha planteado como objetivo aumentar la productividad mediante la reducción de las actividades improductivas dentro del proceso actual.

Luego de analizar el proceso actual, el investigador ha propuesto una modificación en el proceso de pilado el cual consiste en la compra de maquinaria más eficiente. Esta mejora ha incrementado la productividad en un 59.95% debido a que anteriormente esta era de S/. 17.53kg/h a S/.28.04kg/h.

ARANA, José. Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Católica de Santa María, Facultad de ciencias e ingenierías físicas y formales, 2015, 202 p.

Este trabajo analiza la situación anterior a la aplicación del estudio del trabajo en el área de conversión de una planta de producción de lijas. El investigador indica que las mediciones se hacen de manera empírica y que no hay un control adecuado.

Asimismo se identifica un cuello de botella en los procesos de corte de rollos y hojas los cuales generan retrasos en los tiempos de entrega y estancamientos durante la jornada laboral.

El investigador ha planteado los siguientes objetivos para su investigación:

Objetivo General:

Determinar el impacto de la aplicación de técnicas de Estudio del Trabajo en la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas.

Objetivos Específicos:

Analizar los procesos y la aplicación de Técnicas de Estudio del Trabajo dentro del área de conversión de una planta de producción de lijas.

Identificar los principales factores que afectan la productividad dentro del área en estudio.

Analizar y medir la productividad del área en estudio durante y después de la aplicación de técnicas en relación a los factores identificados.

El investigador ha establecido como estudio del trabajo y productividad como las variables independiente y dependiente respectivamente.

Para la consecución de dichos objetivos el investigador ha realizado estudios de tiempo estándar, diagramas de flujo, DOP y la consecuente propuesta de mejora. Por lo que ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se registró un aumento en la productividad del proceso luego de la aplicación del estudio del trabajo

Los factores que más influyen en la productividad son la cantidad de producto procesada, el volumen de rechazos y la cantidad de horas trabajadas

ULCO, Claudia. Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso de cajas de calzado para la mejora de la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print., Trabajo de Titulación(Ingeniería Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015, 172p.

El mencionado trabajo de investigación analiza a profundidad la fabricación de cajas de cartón empleadas en el almacenamiento de calzado. Este estudio es un estudio experimental que muestra los cambios en el proceso de producción luego de aplicar el estudio de métodos. Entre los cuales

podemos observar la toma de tiempos, el estudio de movimiento y transportes, realización de diagramas DAP, DOP y de flujo.

Como se menciona en el título, se aplica la ingeniería de métodos para incrementar la productividad para lo cual se analizó profundamente el recurso humano que participa en las actividades, este recurso presenta un 47% de eficiencia debido a la alta cantidad de tiempos muertos en el proceso.

El investigador ha dispuesto como el objetivo de la investigación: Aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de cajas para calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print en el año 2015.

Para cumplir con el objetivo, el investigador se vale de herramientas como diagramas DAP para analizar el proceso y sugerir nuevos métodos de producción a la vez que se eliminan actividades carentes de valor y que generan tiempos muertos incrementando así la eficiencia de la mano de obra. Cabe resaltar que el estudio se da para la producción de 1 millar de cajas para calzado.

El investigador llegó a las siguientes conclusiones:

La descripción situacional de la empresa determinó que la investigación sea dirigida específicamente al proceso productivo de cajas de calzado y de los tres tipos de cajas de zapato que esta empresa ofrece, la investigación se enfocó en la caja de tipo BAUL, ya que este tipo de caja es el de mayor demanda debido a su fácil manejo y buena presentación.

La evaluación del proceso productivo permitió establecer las actividades correspondientes al método inicial así como también determinar la secuencia del recorrido para este. Gracias a él se logró identificar que dentro del proceso de elaboración de cajas de calzado existen actividades que no generan valor.

El estudio de tiempos en el proceso inicial permitió determinar un tiempo estándar de 407.51 minutos/millar y una productividad de 156 cajas/hora. El estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban afectando

la productividad; se identificó que el 47% de actividades eran improductivas en el proceso inicial y mejorando las actividades correspondientes al proceso de Plastificado se identificó que sólo el 6% de actividades eran improductivas.

El estudio de tiempos del proceso después de la mejora del método permitió determinar un nuevo tiempo estándar de 377.95 minutos/millar, produciendo una reducción de 29.56 min/mill y una productividad de 193 cajas/hora. Haciendo un incremento de la productividad de 23.7%.

Al medir el impacto de la implementación de ingeniería de métodos en la productividad de mano de obra de la línea de producción de cajas de calzado de la empresa Industrias Art Print mediante el análisis estadístico; los datos obtenidos presentan normalidad ya que 0.593 es mayor a 0.05 y se opta por una prueba estadística de T-Student.

La prueba T-Student da como resultado un nivel de significancia de 0.000 el cual es menor a 0.05; esto nos permite aceptar la hipótesis H1: “La productividad de mano de obra obtenida después de la aplicación de la ingeniería de métodos es significativamente mayor que la productividad de mano de obra obtenida antes de ello”

De este trabajo de investigación podemos rescatar la detallada realización de los diagramas de actividades y de operaciones que permitieron identificar y posteriormente eliminar todas aquellas actividades que no generan valor al proceso y crean tiempos muertos.

1.5.2 Trabajos Internacionales

Los trabajos internacionales referentes a la presente investigación son los siguientes:

ALZATE, Nathalia y SÁNCHEZ JULIÁN. Estudio de métodos y tiempos de la línea de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación., Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2013, 77p.

El trabajo de investigación mencionado comprende la realización del estudio de tiempos y métodos de producción de calzado de dama “caprichosa”. El estudio aborda el análisis de la situación previa al trabajo de investigación en el cual se detallan los tiempos por actividad, los movimientos y los costes relacionados a la producción.

Para este trabajo, el investigador fijo como objetivo: “Definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción del calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado Caprichosa”

Adicionalmente, para la consecución de este objetivo, el investigador se vale de las herramientas del estudio del trabajo como la toma de tiempos, diagramas de flujo, diagramas de actividades del proceso y Lay out de la planta. También se utilizó el programa informático Promodel® para la simulación y obtención de resultados finales del nuevo método de producción propuesto.

El estudio de investigación mostró las siguientes conclusiones:

- “Se logró identificar y generar propuestas de mejora en la ejecución de las distintas tareas de cada estación de trabajo.”
- “Se determinó el tiempo estándar de fabricación con las distintas propuestas de mejora.”
- “Se definió un nuevo método de fabricación, evidenciando disminución en los costos laborales e incremento de la productividad.”
- “Se realizó una comparación del método actual y la propuesta de mejora mediante una simulación en el programa Promodel® “

De este estudio podemos afirmar que es una buena estrategia de medición del cumplimiento de objetivos la comparación del método actual de producción y el método propuesto a través de la simulación en Promodel®.

GONZALES, Eliana. Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servioptica LTDA., Trabajo de Titulación

(Ingeniería Industrial). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2004, 116p.

Este trabajo de investigación estudia de manera minuciosa el proceso productivo de la empresa Servioptica LTDA. Empresa dedicada a la producción y comercialización de lentes en sus distintas variedades como los son: monofocales, bifocales y progresivos.

Dentro de los procesos en los que se incurre la fabricación de los lentes podemos encontrar:

- Tallado
- Biselado
- Colocación de filtros (Anti rayas, color, protección UV)

La problemática de la investigación recurre en los atrasos en los trabajos que se hacen, es decir, no se cumple con los tiempos de entrega pactados con los clientes.

Dentro de las causas que generan este problema se han encontrado:

Falta de planeación

No hay control de inventarios

Métodos de producción inadecuados

Para la solución de este problema se ha planteado el siguiente objetivo:

“Diseñar y/o rediseñar procedimientos para el mejoramiento de los procesos productivos, que ajustados a la estructura y el funcionamiento actual de la empresa en estudio, favorezcan el mejoramiento de los tiempos de producción, y el nivel de servicio al cliente de acuerdo a los estándares requeridos”

Las herramientas del estudio del trabajo que se usaron para cumplir con el objetivo planteado fueron:

- Estudio de métodos
- Diagramas de operaciones

- Diagramas de flujo y recorrido
- Diagrama de relaciones
- Medición del trabajo

Habiéndose cumplido los objetivos del trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

Es necesario invertir en recursos para poder lograr los objetivos

Se puede aprovechar de mejor manera el recurso humano si hay disciplina y se eliminan los elementos ociosos

CAJAMARCA, Diego. Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de estudios a distancia Programa de Ingeniería Industrial, 2015, 77p.

El trabajo mencionado aborda el análisis del proceso de producción de bordados, el cual según el investigador cuenta con una serie de problemas que repercuten directamente en la productividad del mismo. Entre ellos tenemos un bajo rendimiento de los empleados, poco espacio de trabajo, lugares inadecuados de trabajo, entre otros. Estos generan productos defectuosos y el reproceso de los mismos

Luego de ser analizadas las mencionadas causas y, a través de la utilización de las herramientas de ingeniería de métodos se llegó a la conclusión que es necesario el establecimiento una estandarización de los procesos mediante la toma de tiempos y el rediseño del proceso.

El investigador ha determinado el objetivo del estudio como el siguiente:

Presentar una propuesta que permita disminuir el número de productos defectuosos en Kaia Bordados a través de estudio de métodos y tiempos, con el fin de aumentar la calidad de los productos y la rentabilidad de la compañía.

Luego de aplicar los estudios de ingeniería de métodos, también se propuso la adquisición de nueva maquinaria para incrementar la productividad. Las conclusiones del estudio en cuestión fueron las siguientes:

Se identificó que a través de la compra de una máquina de bordar con 4 cabezotes que trabaja a 1.100 puntadas por minuto se podría reducir los tiempos de bordado de 427,2 a 388,2 lo cual generaría más ganancia y podría reducir el número de productos defectuosos a causa de fallas en la maquina por mal posicionamiento y mal flujo del hilo.

Se halló que el proceso de bordado podría tener una tasa de producción más elevada aproximadamente de 75 bordados a través de un balanceo por lotes, sin necesidad de contratar empleados adicionales o cambiar de área a los ya presentes en la planta de producción.

Se planteó la implementación de una mesa de trabajo que busca mejoramiento ergonómico, identificando los siguientes puntos a favor dela compañía y el operario.

Cabe rescatar de este estudio que la ergonomía de los puestos de trabajo cumple un papel muy importante al momento de evaluar la productividad de la mano de obra en caso de proceso que requieran alto uso del recurso humano.

MARTÍNEZ, William. Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa CINSA YUMBO. Trabajo de titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, Programa de Ingeniería Industrial, 2013, 93p.

El presente estudio, analiza el proceso de producción de cilindros y tanques estacionarios para almacenaje de gases de la empresa CINSA – Yumbo la cual, como en los estudios mencionados anteriormente, presenta deficiencias como tiempos muertos, falta de medición de la productividad y el trabajo y la falta de estandarización.

Para ello, es investigador ha determinado como objetivo del estudio el siguiente:

Brindar herramientas para la mejora de las líneas de producción en la empresa CINSA – Yumbo, utilizando la técnica del estudio del trabajo; con el propósito de incrementar la productividad”

Para lograr este objetivo, el investigador se vale de las siguientes herramientas:

- Estudio de métodos
- Diagrama de proceso
- Diagrama hombre-máquina
- Estudio de tiempos
- Balance de Línea

Luego de comparar la situación después de la aplicación del estudio del trabajo y haber logrado el objetivo de incrementar la productividad, el investigador ha llegado a las siguientes conclusiones:

Determinar el tiempo estándar de producción es un factor clave en el análisis del trabajo de la empresa.

Eliminar o re definir operaciones que son cuellos de botella reducen los tiempos de producción.

1.6 Teorías relacionadas al tema

Para comprender mejor las variables dependiente e independiente respectivamente de una mejor manera se mencionarán a algunos autores y sus definiciones.

1.6.1 Estudio del trabajo

Según García (2005, p. 1) el estudio del trabajo es la técnica cuyo objetivo es el incremento de la productividad por medio de la supresión de los desperdicios de los recursos de la empresa ya sea tiempo, recurso humano y material. Asimismo la ventaja de esta técnica es que brinda a las empresas una mejor calidad y precio en sus productos mediante la facilitación de la producción de los mismos.

Otra definición es la que nos brinda Cruelles (2013, p. 161) quien afirma que el estudio del trabajo de una tarea es “[...] la investigación sistemática de las operaciones que la componen”. Con esto se refiere al tipo de tarea, los materiales y herramientas que se utilizan para su consecución.

Adicionalmente Cruelles indica que una característica del estudio del trabajo es que este “[...] desglosa la tarea en una parte razonable de operaciones (2013, p. 161)”. Esto con la finalidad de entender mejor como se realiza dicha tarea.

1.6.2 Productividad

López (2009, p. 161) menciona que el término productividad sirve para referirse al rendimiento de algo. En otras palabras, comparar lo que se produjo con los recursos que se utilizaron para dicha producción.

Adicionalmente, Rodríguez (1993, p.22) menciona lo siguiente sobre la productividad: “[...] es una medida de eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados [...]”. Citando a de la Cerda y Núñez (1990), mencionado en el trabajo de López, también encontramos la siguiente definición: “[...] medida de la eficiencia económica que resulta de la capacidad de utilizar y combinar inteligentemente los recursos disponibles”

Finalmente Anaya (2007p. 87) propone la siguiente definición para la productividad: “[...] la relación entre el output de productos obtenidos con relación a los recursos empleados para la consecución de los mismos; pudiéndose, por lo tanto, hablar de la productividad de instalaciones, máquinas, equipos, así como la relativa al factor humano, mano de obra directa”.

1.7 Justificación

1.7.1 Justificación social

La realización de un estudio del trabajo implicará un mejor entendimiento de las funciones que tienen los trabajadores de la empresa, de tal forma se reducirán esfuerzos innecesarios que de otra manera

causarían malestar y cansancio en los trabajadores. Asimismo podemos afirmar que una persona que tiene claras sus funciones puede realizar un trabajo de manera más eficiente y segura. Por lo tanto podemos afirmar que el estudio del trabajo ayuda también a mejorar el clima laboral.

1.7.2 Justificación Económica

Este estudio permite utilizar los recursos de la empresa más eficientemente lo cual implica un efecto directo en la reducción de costos mediante el ahorro de movimiento y uso innecesario de la maquinaria y el aprovechamiento de los tiempos muertos. Pudiendo incrementar así la productividad del proceso de corte en planchas.

1.7.3 Justificación Técnica

Entender el trabajo que se realiza es algo que permite diseñar los puestos y los procesos de forma más eficiente, deshacernos de actividades que no generan valor permiten establecer estándares de trabajo que ayudan a un flujo más armonioso de las actividades que se realizan en la empresa. Bajo esa premisa, la realización de este trabajo permite tener un proceso más productivo pero también más organizado.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis General

La hipótesis General de la investigación es la siguiente:

- El estudio del trabajo produce un incremento en la productividad en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A.

1.8.2 Hipótesis Específicas

Las hipótesis específicas de la investigación son las siguientes:

- El estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A.

- El estudio de tiempos incrementa la eficiencia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A.

CAPITULO II: Marco Metodológico

2.1 Diseño de Investigación

2.1.1 Por su finalidad

La presente investigación es clasificada como aplicada. Es decir toma conocimientos y teorías previas como base para la confrontación con la realidad. El investigador utiliza estos conocimientos previos para la resolución de problemas y está dirigido a este fin más específicamente que a la formulación de nuevas teorías (Quezada, 2010, p. 25).

2.1.2 Por su nivel o profundidad

Por su profundidad esta investigación es clasificada como explicativa, pues intenta dar cuenta del objetivo o el porqué de la investigación mediante el uso de los métodos analíticos y sintéticos en combinación con el inductivo y deductivos (Quezada, 2010, p. 23)

2.1.3 Por su diseño

La presente investigación ha sido clasificada como experimental pura por su diseño. Esto se debe a que la información obtenida por el investigador tiene como fuente la propia investigación. En palabras de Quezada: “[...] investigación que obtiene su información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga y así poder observarlo”. (2010 p. 23)

2.2 Variables

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

2.2.1 Variable Independiente

La variable dependiente para este estudio es el estudio del trabajo la cual es una variable cuantitativa que puede ser medida en una escala de razón. Esta puede ser calculada mediante la obtención del tiempo estándar del proceso el cual es la media de los tiempos medidos.

2.2.1.1 Dimensiones de la variable independiente

2.2.1.1.1 Estudio de métodos

Según Cruelles (2013, p.161), el estudio de métodos es toda aquella investigación destinada a entender de mejor manera como se ejecuta una tarea. Entender mejor una tarea implica dividirla y desglosarla en partes más pequeñas llamadas operaciones, esto con el objetivo de facilitar la comprensión de la misma. Estudiar los métodos de una tarea es el primer paso para la mejora de un proceso.

2.2.1.1.2 Estudio de tiempos

Para Cruelles (2013, p. 489), el estudio de tiempos o medición del trabajo es aquella investigación cuyo objetivo es determinar el tiempo que se invierte en realizar una tarea según el método establecido.

El estudio de tiempos puede dimensionarse según el tiempo estándar de una tarea. La cual, en palabras de Cruelles (2013, p. 491) es: “el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido [...]”

2.2.2 Variable Dependiente

La variable dependiente para este estudio es la productividad, la cual es una variable cuantitativa que puede ser medida en una escala de razón. Esta variable puede ser descompuesta en dos dimensiones, las cuales son eficiencia y eficacia, que a su vez pueden ser medidas también en una escala de razón.

2.2.2.1 Dimensiones de la variable dependiente

2.2.2.1.1 Eficacia

Para García (2005, p.19) la eficacia es: “el grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares [...]”. En otras palabras, este es un indicador de rendimiento que evalúa el nivel de desempeño de un proceso.

Para la investigación, la eficacia será determinada por la cantidad de planchas programadas para corte sobre la cantidad efectiva producida.

Chiavenato (2000) citado por Cruz (2009), define la eficacia como una medida del logro de resultados. La eficacia gerencial debe ser evaluada en términos de producto (resultado) y no de insumo, lo cual equivale a decir que se evalúa más al administrador por lo que alcanza en cuanto a resultados que por lo que realmente hace. La eficacia administrativa no es un aspecto de personalidad del administrador, sino una función del manejo correcto de la situación (p. 42).

2.2.2.1.2 Eficiencia

Citando a García (2005, p.19), la eficiencia es: “hacer las cosas correctamente con el mínimo esfuerzo”, en otras palabras esta es la relación entre la producción y la cantidad de recursos que se utilizó para la misma. Asimismo, cabe resaltar la eficiencia es un indicador que puede ser medido en los distintos factores que intervienen en la producción como: mano de obra, maquinaria, materia prima, etc.

De igual forma la eficiencia puede medir la productividad global de una empresa unificando todos los factores a uno solo: el factor monetario. Para esta investigación se analizará la eficiencia hombre/máquina media en tiempo.

2.3 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Estudio del Trabajo	Según García (2005, p. 1) el estudio del trabajo es la técnica cuyo objetivo es el incremento de la productividad por medio de la supresión de los desperdicios de los recursos de la empresa ya sea tiempo, recurso humano y material.	Herramienta que permite utilizar los recursos con mayor eficiencia a través de la eliminación de demoras y desperdicio de recursos.	Estudio de métodos	cantidad de operaciones en el proceso	Ordinal
			Estudio de tiempos	Tiempo normal de producción	Ordinal
Productividad	“[...] se usa el termino productividad [...] para referirse al rendimiento de algo. [...] Es decir, se trata de comparar el input [personal o capital] con el output (producto o ventas) (Lopez, 2012, p. 161)	Indicador que resulta de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia. Es un indicador que mide el nivel de desarrollo de un proceso.	Eficiencia	Horas hombre-máquina trabajadas/Horas hombre máquina disponibles	Razón
			Eficacia	Producción esperada/Producción obtenida	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.4 Población, muestra y muestreo

2.4.1 Población

Una población es, según Hernández (2014, p. 174) quien a su vez cita a Lepkwoski (2008), el conjunto de individuos en estudio con características homogéneas.

La población de la presente investigación fue conformada por la cantidad de planchas obtenidas de bobinas cortadas en un período de 30 días.

2.4.2 Muestra

Hernández (2014, p. 175) nos da una definición de muestra: “[...] es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos *población*.”

La muestra del presente trabajo de investigación es igual a la población, la cual consiste en la cantidad de planchas obtenidas producto del corte de bobinas en un período de 30 días.

2.4.3 Muestreo

El tipo de muestreo aplicado en esta investigación es no probabilístico. Hernández (2014, p. 176) nos menciona que este tipo de muestro no depende de la probabilidad, por el contrario, las muestras son seleccionadas deliberadamente a voluntad del investigador.

En la presente investigación la muestra representa el 100% de la población debido a que no es complicado conseguir esta información y adicionalmente otorga mayor confiabilidad a los resultados de la investigación.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Una vez delimitada la población y definido el tipo de muestreo, se recolectaron los datos necesarios a través del muestreo.

2.5.1 Técnicas

Observación: Hernández (2014 p.252) define esta técnica como: “el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables a través de un conjunto de categorías y subcategorías [...]”. Para esta investigación se utilizó esta técnica pues la recolección de los datos de productividad se da de forma diaria al observar y medir los tiempos de producción del proceso.

2.5.2 Instrumentos

Ficha de observación del proceso: Esta herramienta permite la recolección de datos mediante la observación del proceso y la medición de los tiempos de producción. Esta ficha está dividida por actividades y consta de 30 oportunidades de medición.

2.5.3 Validez y confiabilidad

Hernández (2014, p. 200) nos indica que la validez de un instrumento comprende el grado real de medición que este tiene para la variable en estudio, es decir, la efectividad que esta posee para medir la variable en cuestión.

Asimismo Hernández (2014, p. 200) refiere que la confiabilidad de un instrumento es la capacidad de este de obtener resultados relativamente homogéneos independientemente de la cantidad de aplicaciones. En otras palabras, si un instrumento presenta variabilidad en la medición repetida de una variable, este no es confiable.

Para la presente investigación se utilizó el juicio de expertos (ver anexos) para establecer la validez y confiabilidad de los instrumentos. Siendo estos evaluados por tres profesionales en ingeniería industrial.

2.6 Métodos de análisis de datos

Para la presente investigación se utilizaron los programas informáticos MS Excel e IBM SPSS Statistics para el procesamiento cuantitativo de los datos.

Quezada (2015, p. 149) nos indica que: “[...] este método consiste en ingresar los datos recolectados a un software [...]”. Si la información proviene de un cuestionario u otra fuente recolectada directamente del fenómeno en estudio entonces este se denomina introducción directa de datos.

Para corroborar lo mencionado antes en la hipótesis del trabajo de investigación, se realizaron mediciones antes y después de la propuesta de mejora.

El proceso que se siguió fue el siguiente:

Pre-prueba: durante esta fase del estudio se recolectó la información de la productividad, producción e improductividad en el área de corte de la empresa, esto en 30 oportunidades. Esta información fue obtenida a través de las herramientas del estudio del trabajo como: diagramas de operaciones, diagramas de análisis del proceso, toma de tiempos y análisis de productividad y finalmente diagramas de recorrido.

Análisis de la situación actual: con la información obtenida se logró determinar el tiempo estándar de producción, la productividad actual del área y el índice de improductividad. En base a esto se formularon las propuestas de mejora con la finalidad de evidenciar el incremento de la productividad al aplicar las herramientas del estudio del trabajo.

Post-prueba: luego de haber sido aplicadas las propuestas de mejora, fueron medidas nuevamente la productividad, producción e índices de improductividad.

A continuación se muestra la información obtenida:

Tabla 3: Ficha de observación antes

Fecha																							01/06/2017											
																							1											
Operación		Corte en planchas										Comienzo																						
Máquina		Slitter										Término																						
Operario		Kevin Rioja Palomino										Planta										Carabayllo												
Supervisor		Adriano Abanto										Área										Corte en planchas												
N°	Descripción Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TP	Min	Máx
1	Transporte al área de corte	7,5	7,2	6,1	7,7	5	6,2	7,8	8,1	6,6	6,8	8,2	6,8	5,9	5,5	7,7	7,4	8,3	7,4	6,8	6,2	7,1	8	6,9	7,2	6,7	6,6	7,3	7,3	8,1	7,5	7,063	5	8,3
2	Traer herramienta de pelado	1	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,5	1,2	1	2	1,8	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,3	2,1	2,2	1	1,6	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	1	1,1	1,313	1	2,2
3	Pelado de bobina	4,1	3,9	4,4	3,1	4,2	3,1	4,8	3,7	3,8	3,6	4	4,2	3,2	4,4	5	4,3	3,9	3,3	3,2	3,8	4,4	4,3	3,3	3,5	4,9	4,2	3,3	4,2	4,4	4,2	3,957	3,1	5
4	Inspección visual bobina	1	0,8	3	2,1	2,9	2,5	1,2	1	2,1	1,3	0,8	0,9	1,2	1,2	2,2	1,5	2,6	1	2,3	1,1	2	2,4	2,1	2,8	1,2	2,5	3,1	1,1	2	1,6	1,783	0,8	3,1
5	Montaje en máquina	9,8	11,2	11,6	10,1	13,6	13,2	14,5	15	13,6	12,1	12	13,6	14	13,3	11,8	15,1	12,7	13,2	14,2	13,3	14,9	13,2	11,8	13	15	15,1	13,6	10,2	13,5	12,2	13,01	9,8	15,1
6	Corte de prueba	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
7	Inspeccion de longitud	1,3	1,5	1,5	1,8	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,25	1,1	1,8
8	Corte	34,2	33,2	35,6	32,1	35,1	43,5	44,2	40,3	40	45,2	39,1	33,1	36,6	42,2	38,8	42,5	43,2	37,8	39,9	35,4	39	38,2	33,2	33	35,9	36,2	34,5	41,2	45,2	45	38,45	32,1	45,2
9	Traer herramienta de enzunchado	1,3	1,1	1,1	1,3	1,4	1,3	1,5	1,3	1	2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,5	1,3	1,1	1,5	1,3	2,1	1,8	1	1,6	1,9	1,3	1,2	1,5	1,2	1,1	1,1	1,347	1	2,1
10	Enzunchado	1,4	1,2	1,5	1,2	1,6	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,4	1,1	1,2	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,1	1,1	1,6	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,2	1,323	1,1	1,6	
11	Corte	37,8	40,1	36,6	35,2	41,2	37,8	33	35,1	38,2	44,2	40	35,2	42,1	36	37,5	33,9	42,1	39,6	35,1	32,1	40,1	40,2	38,1	40	45,6	42,1	39,5	33,4	36,7	36	38,15	32,1	45,6
12	Enzunchado	1,2	1,3	1,5	1,1	1,6	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,2	1,5	1,2	1,1	1,1	1,6	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,6	1,323	1,1	1,6
13	Transporte al almacen	4,2	4,6	5,3	5,6	6	6	5,2	5,2	6,3	7	8,3	4,9	5,4	5,2	4,2	5,1	5,6	5,5	4,9	6,8	7,1	7,8	6,6	5,1	5,5	5,8	7,8	5,7	6,3	5	5,8	4,2	8,3
14	Almacenado	1	1	0,9	1,2	1,6	1,3	1,2	1,1	1,1	0,7	1,2	0,8	1,6	1,2	1,1	1,1	0,9	1,2	1,3	1,2	1,2	1,6	1,3	0,9	1,3	1	1,3	1,1	0,9	1,3	1,153	0,7	1,6
Totales		106	108,5	110,4	104	116,8	120,3	118,8	116,5	118	129	120,5	105,9	115,9	115,4	115	117,1	125,8	115,3	114,6	108,1	123,5	121,3	111,1	112,4	123	119,9	117,2	110,9	123,3	119	116,1	93,3	141,7
Producción obtenida		201	205	203	198	202	200	197	206	205	199	199	201	209	204	198	206	200	201	201	210	208	198	206	201	199	203	200	198	199	197	201,8	197	210

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Pre prueba: eficiencia, eficacia y productividad antes

	1-6	2-6	3-6	5-6	6-6	7-6	8-6	9-6	10-6	12-6	13-6	14-6	15-6	16-6	17-6	19-6	20-6	21-6	22-6	23-6	24-6	26-6	27-6	28-6	29-6	30-6	1-7	3-7	4-7	5-7
Unidades programadas	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886
Unidades producidas	619	623	419	641	624	559	623	415	403	664	629	602	603	606	401	627	605	657	603	607	398	601	604	599	600	603	411	601	601	597
Eficacia	0,70	0,70	0,73	0,72	0,70	0,63	0,70	0,47	0,70	0,75	0,71	0,68	0,68	0,68	0,70	0,71	0,68	0,74	0,68	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,72	0,68	0,68	0,67

	1-6	2-6	3-6	5-6	6-6	7-6	8-6	9-6	10-6	12-6	13-6	14-6	15-6	16-6	17-6	19-6	20-6	21-6	22-6	23-6	24-6	26-6	27-6	28-6	29-6	30-6	1-7	3-7	4-7	5-7
Horas hombre-maquina disponibles	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5
Horas hombre-máquina trabajadas	5,94	5,98	4,02	5,79	5,99	5,36	5,98	3,98	3,87	6,37	6,03	5,78	5,78	5,81	3,85	6,02	5,8	6,3	5,78	5,82	3,82	5,77	5,79	5,75	5,76	5,78	3,945	5,77	5,77	5,7274
Eficiencia	0,7	0,7	0,73	0,68	0,7	0,63	0,7	0,47	0,7	0,75	0,71	0,68	0,68	0,68	0,7	0,71	0,68	0,74	0,68	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,717	0,68	0,68	0,6738

Productividad	0,49	0,49	0,53	0,49	0,50	0,40	0,49	0,22	0,49	0,56	0,50	0,46	0,46	0,47	0,49	0,50	0,47	0,55	0,46	0,47	0,48	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,51	0,46	0,46	0,45
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Información de la empresa - elaboración propia.



Figura 8: Productividad pre prueba

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 3 podemos observar los tiempos incurridos en el proceso de corte de una bobina, obteniendo así para cada una un tiempo promedio de 116.1 minutos y un tiempo normal de 93.3 minutos. De igual podemos apreciar que la cantidad promedio de planchas obtenida para el corte de una bobina es de 201.8 unidades.

Asimismo, en la tabla 4 podemos observar la información provista por los indicadores analizados durante la producción de planchas en 30 días. Para poder determinar la eficacia del área de corte se comparó la cantidad de planchas producidas con la cantidad de planchas programadas para ser cortadas en dicho período.

Dicha programación está determinada por la capacidad actual del área, la cual es de 1.73 planchas por minuto. Estableciendo así una programación de corte de 886 planchas para una jornada regular de trabajo de 8.5 horas de lunes a viernes y de 573 planchas para los días sábados con un jornal de 5.5 horas.

Asimismo la eficiencia del área de corte está determinada por el tiempo en que se cortan las bobinas durante la jornada de trabajo. Esta se obtiene mediante la división de las horas hombre-máquina trabajadas entre las horas hombre máquina disponibles.

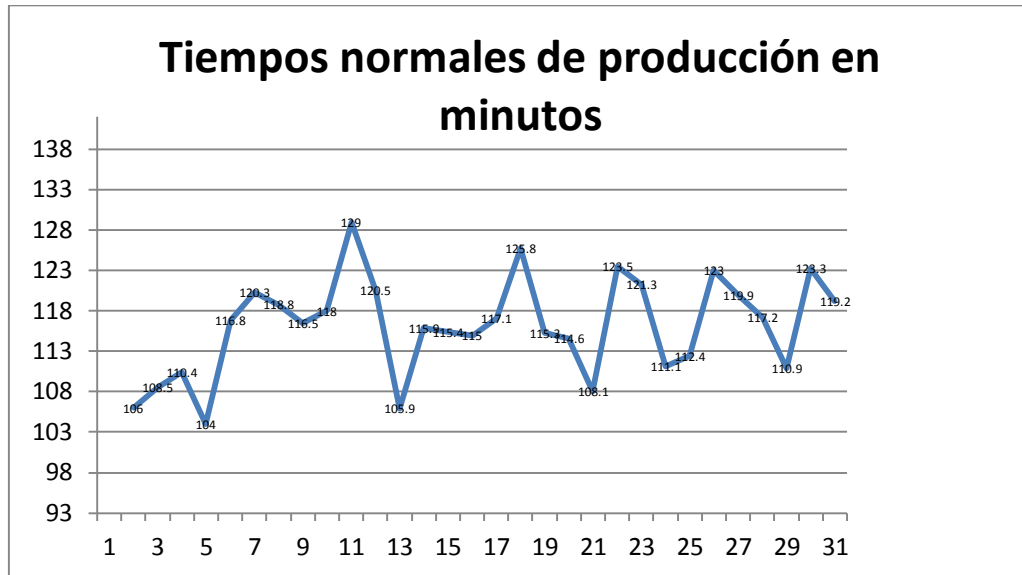


Figura 9: Tiempos normales de producción

Fuente: Elaboración propia.

2.7 Desarrollo de la propuesta

IMRED S.A. es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de puertas enrollables de metal. Para el desarrollo de sus actividades la empresa cuenta con una planta industrial ubicada en el Jr. Los Yungues 5130 Los Olivos, Lima. Para la fabricación de las puertas se necesitan flejes producto del corte de las bobinas de acero.

Las áreas de la empresa están organizadas de la siguiente manera:

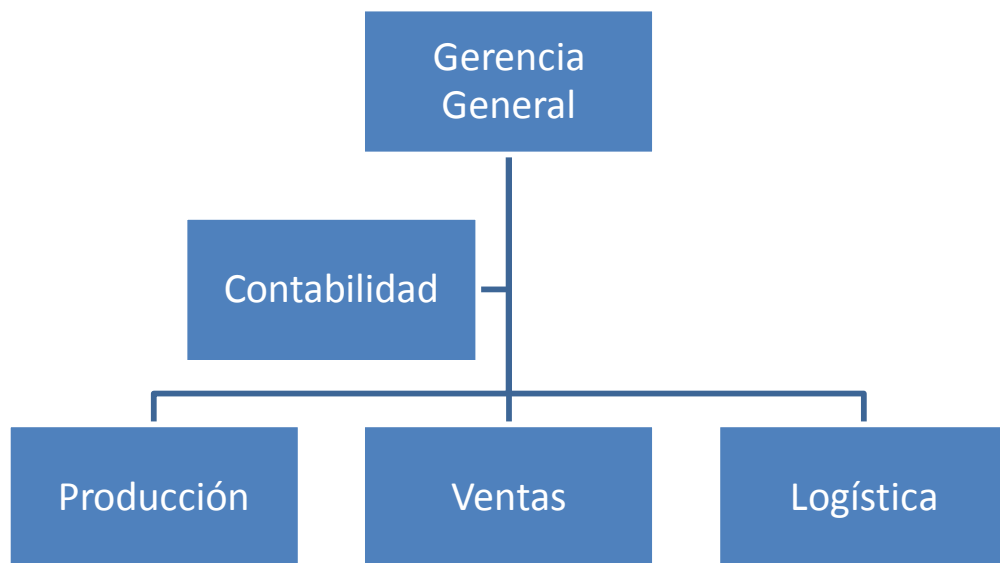


Figura 10: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, la empresa cuenta con dos plantas y sólo se trabaja en el horario diurno con una jornada de 8 horas diarias en el horario de 8:00 am a 5:30 pm el cual incluye 1 hora de refrigerio de 1:00 pm a 2:00 pm

Asimismo es importante mencionar que actualmente cuenta con 9 trabajadores de los cuales 7 conforman el área operativa y 2 el área administrativa.

Adicionalmente a la planta de Los Olivos, la empresa cuenta con una planta ubicada en el Sublote B Lote 80 Fundo Caudivilla Carabayllo en la que se realizan exclusivamente los cortes de las bobinas. Cabe resaltar que solo se realizan dos tipos de cortes en esta planta: los transversales cuyo producto son las planchas y los longitudinales cuyo producto son los flejes.

Debido a la falta de tecnología nacional para el corte de estas bobinas, muchas de las empresas dedicadas a este rubro se dedican también a ofrecer el servicio de corte de las bobinas de terceros tal como lo hace IMRED S.A.

Para lo cual se brinda la siguiente descripción del flujo de procesos.

Las bobinas que pesan como mínimo 5 toneladas y como máximo 12 (esto debido a que la capacidad máxima de las maquinas es dicho tonelaje) toneladas son recepcionadas y descargadas de los vehículos por un montacargas de 15 toneladas de capacidad (ver Figura 10). Posteriormente las bobinas son almacenadas y apiladas en columnas de máximo 4 bobinas como se muestra en la figura11.



Figura 11: Montacargas

Fuente: Elaboración propia .



Figura 12: Apilado de bobinas

Fuente: Elaboración propia.

Una vez almacenadas las bobinas, los clientes proceden a enviar sus órdenes de corte, estos son documentos físicos o digitales en los que se especifican las medidas a las que las bobinas deberán ser cortadas.

Con las órdenes de corte listas, se procede a ejecutarlas trasladando las bobinas del almacén hacia el área de corte.

En esta área los trabajadores proceden a “pelar” las bobinas, es decir retirar todas las cubiertas que poseen las mismas para poder cortar el acero en planchas (ver figuras 12 y 13).



Figura 13: Bobina en proceso de pelado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14: Bobina pelada

Fuente: Elaboración propia.

Cuando las bobinas están totalmente peladas, estas son montadas en la máquina de corte, también llamada *slitter* para la posterior ejecución del corte tal como se muestra en la figura 14.



Figura 15: Bobina montada en máquina

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que la bobina está montada en la máquina esta es desenrollada y cortada en planchas. Las planchas luego son apiladas en dos paquetes que contienen la mitad del peso de la bobina cada uno. Esto se hace para facilitar el posterior manipuleo de las mismas.

Finalmente las planchas son almacenadas para su posterior carga y transporte hacia los clientes (ver figura 15).



Figura 16: Planchas apiladas y almacenadas

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el gráfico de los procesos incurridos en el corte de las bobinas de acero.

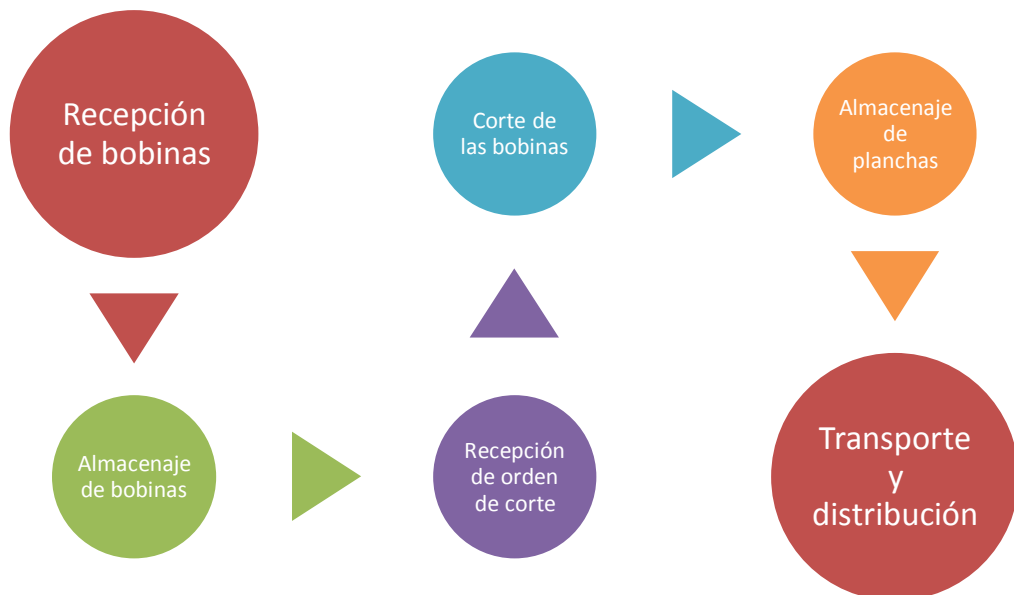


Figura 17: Flujo de actividades de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

La empresa presentaba diversos problemas en el proceso de corte en planchas. Este proceso es muy importante y crítico pues la mala coordinación, la falta de comunicación y concentración pueden reflejarse en cortes errados generando mermas innecesarias. Estas fallas son muy perjudiciales para la empresa pues los cortes establecidos por los clientes deben darse según sus requerimientos.

Como sucede en IMRED S.A., una empresa joven en el mercado de cortes, los procesos y el trabajo en sí mismo no han sido estudiados profundamente por lo que se incurre en tiempos muertos que afectan la productividad.

Estos desperdicios de tiempo y materia prima disminuyen considerablemente la productividad de la planta de corte y también la confiabilidad de los clientes. Pero, ¿qué ocasiona la baja productividad en la empresa? Las principales causas encontradas son tiempos muertos, la falta de un plan de producción, la no planificación del mantenimiento, la falta de un manual de trabajo, la falta de normas de trabajo, la falta de medición de objetivos, entre otros.

La máquina de corte en planchas trabaja una medida estándar en el mercado para las dimensiones comerciales en 1,200 mm x 2400 mm configurada para esta medida, esta tiene una productividad de 5 planchas por minuto. Por lo cual en una jornada de trabajo la producción ideal debería ser de 2400 planchas.

Sin embargo la producción de planchas real difiere de la producción ideal tal como se muestra en el siguiente gráfico:

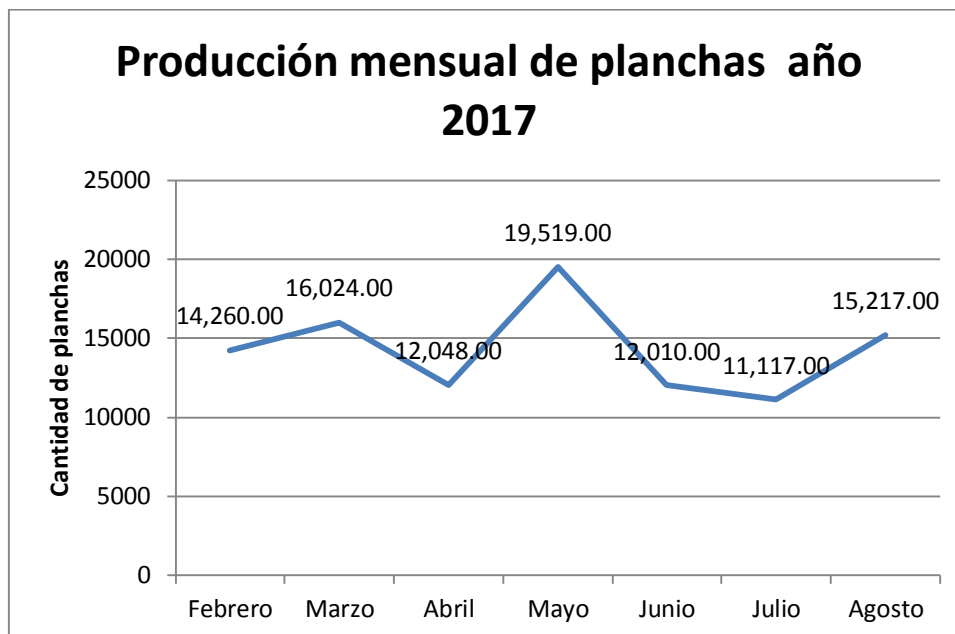


Figura 18: Producción mensual de planchas

Fuente: Elaboración propia

Finalmente este trabajo de investigación pretende evaluar e implementar las herramientas de ingeniería necesarias para la solución de este problema en base a una base metodológica científica y estadística.

El estudio del trabajo consta de dos elementos importantes: Estudio de métodos y el estudio de tiempos.

En primer lugar, es necesario establecer una secuencia para organizar el estudio de métodos propiamente dicho, para ello diversos autores han establecido distintos pasos para poder. En este caso, García (2005, p.36) propone seis pasos para estudiar los métodos, los cuales son:

1. Seleccionar el trabajo a mejorar.
2. Registrar todos los detalles del trabajo.
3. Analizar todos los detalles del trabajo.
4. Desarrollar un nuevo método de trabajo.
5. Capacitar al personal en el nuevo método de trabajo.
6. Ejecutar el nuevo método de trabajo.

2.7.1 Estudio de métodos

2.7.1.1 Seleccionar el trabajo a mejorar

En el caso de la presente investigación, el trabajo a mejorar que ha sido seleccionado es el corte de bobinas de acero en planchas. Para seleccionar el trabajo a mejorarse en una empresa se deben establecer criterios que nos permitan priorizar que trabajo debe mejorarse. García recomienda tres criterios fundamentales para realizar dicha tarea y los ha dividido en: factores humanos, factores económicos y factores funcionales (2005, p.36).

En el factor humano se consideran criterios como niveles de riesgo para realizar dicho trabajo y como reducirlos. En la investigación el trabajo seleccionado calza perfectamente con este criterio puesto que la actividad a realizarse es el corte en planchas de bobinas de acero.

Desde el punto de vista económico, aquellos trabajos cuyo costo de materia prima sean elevados y tengan una relevancia monetaria en las empresas son los elegidos a ser mejorado. Esto debido a que cualquier mejora en dichos trabajos repercute directamente en ahorro o mayores ingresos para las empresas.

Considerar el factor funcional implica considerar aquellos trabajos que presenten tiempos improductivos o cuellos de botella, ya que estos retrasan la producción y consecuentemente la productividad.

Es debido a estos tres factores que se vio conveniente seleccionar el trabajo de corte de bobina en planchas como un candidato ideal para el estudio de métodos.

2.7.1.2 Registrar los detalles del trabajo










Para mejorar un trabajo y consecuentemente la productividad del mismo es necesario entender a detalle cómo se hace y en que consiste. Como es obvio en las empresas, el trabajo se puede clasificar en

procesos y operaciones. Dichos elementos pueden y deben ser registrados en diagramas que faciliten su comprensión. Algunos de ellos son: diagramas de proceso de operaciones, diagramas de análisis de proceso, diagramas de flujo, diagramas hombre-máquina, y diagramas de procesos bimanuales.

Para el trabajo de corte de bobinas de acero en planchas se han utilizado una descripción del proceso y los diagramas necesarios para su comprensión.

De igual manera es necesario mencionar e identificar la tipología de las actividades incurridas en un proceso.

Tabla 5: Simbología del tipo de operaciones

Ícono	Tipo de operación
	Operación de valor añadido
	Desplazamiento
	Almacenamiento
	Demora o espera
	Inspección
	Inspección-Operación
	Búsqueda
	Operación eliminable
	Comunicación

Fuente: Cruelles (2012)

El autor indica que las operaciones básicas y normalizadas son las 5 primeras siendo estas: operación de valor añadido, desplazamiento, almacenamiento, demora o espera es inspección. Pero de igual manera es necesario mencionar los otros tipos de operaciones aunque su utilización en el estudio depende del criterio del investigador.

DIAGRAMA DEL PROCESO								
Nombre del proceso:	Corte en planchas			Área		Corte		
Fecha:	05/06/2017			Planta		Carabayllo		
Descripción del método actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia	Cantidad	Tiempo
Transporte al área de corte	○	□	⇒	D	▽	50m		
Traer herramientas de pelado	○	□	⇒	D	▽			3 min
Pelado de bobina	○	□	⇒	D	▽			
Inspección visual bobina	○	□	⇒	D	▽			
Montaje en máquina	○	□	⇒	D	▽			
Corte de prueba	○	□	⇒	D	▽			
Inspección de longitud de plancha	○	□	⇒	D	▽			
Corte	○	□	⇒	D	▽			
Traer herramientas de enzunchado	○	□	⇒	D	▽			3 min
Enzunchado	○	□	⇒	D	▽			
Corte	○	□	⇒	D	▽			
Enzunchado	○	□	⇒	D	▽			
Transporte al almacén	○	□	⇒	D	▽			
Almacenado	○	□	⇒	D	▽	50m		

Figura 19: Diagrama de análisis del proceso

Fuente: Elaboración propia

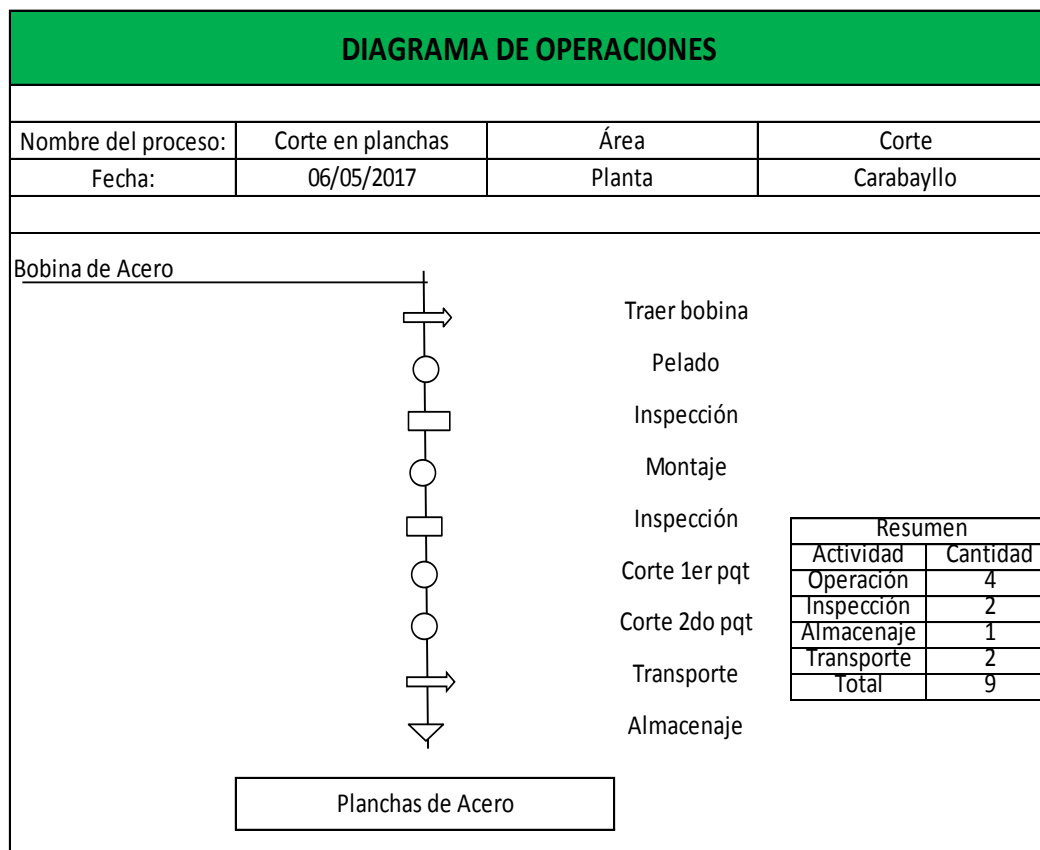


Figura 20: Diagrama de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores diagramas muestran la secuencia de actividades necesarias para el proceso de corte de las bobinas. Puede observarse actividades que podrían ser eliminadas. Tales pueden ser las actividades “traer herramientas de pelado” y “traer herramientas de enzunchado” puesto que esto significa tiempos improductivos ya que dichas herramientas deberían estar siempre en el área en que se necesitan.

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA DEL PROCESO					
Nombre del proceso:	Corte en planchas		Área	Corte	
Fecha:	06/06/2017		Planta	Carabayllo	
Operador (Montacarguista)		Tiempo (m)		Máquina (slitter)	Tiempo (m)
Montar bobina		13,8		Montar bobina	13,8
Tiempo improductivo		83,4		Maquinado (área de corte)	83,4
Descargar		4,9		Descargar	4,9

Figura 21: Diagrama hombre-máquina

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que durante la ejecución del corte en planchas propiamente dicho el montacargas desaprovecha 83.4 minutos en espera de que se culmine con el corte. Esto puede ser aprovechado para realizar otras actividades que faciliten y agilicen el proceso de corte durante la jornada de trabajo. Por ellos se sugiere lo siguiente en el diagrama hombre máquina propuesto.

El diagrama anterior muestra actividades que puede realizar en paralelo mientras la máquina ejecuta el corte de las bobinas. Dichas actividades comprenden: transporte de las siguientes bobinas a ser cortadas, pelado de bobinas, inspección y el traslado de las herramientas. Esto nos

ahorraría 9.9 minutos como se puede observar en la Tabla 3 en la ficha de observación pre prueba.

2.7.1.3 Analizar los detalles del trabajo

Habiendo sido registrados los detalles del trabajo en los diagramas de procesos es necesario analizar el mismo. Para esto se deben responder preguntas básicas que nos fundamenten la existencia de dichos detalles. Para García (2005, p.36) en primer lugar debemos preguntarnos si el detalle es necesario en el trabajo.

Pasado este filtro, dicho detalle debe ser analizado mediante las siguientes preguntas: ¿Dónde debe hacerse el detalle?, ¿Cuándo debe hacerse el detalle? y ¿Quién debe hacer el detalle? estas preguntas responden la necesidad de saber si el lugar en donde se hace es el indicado, la secuencia en que se realiza tal detalle es la más indicada y si la persona o las herramientas que se utilizan son las más convenientes.

Finalmente con la finalidad de determinar una mejor forma de realizar dicho detalle debemos formularnos la siguiente pregunta: ¿Cómo se ejecuta el detalle? es necesario aclarar que un detalle es el equivalente a actividad.

Para responder estas preguntas a continuación se describe el proceso de corte:

El proceso inicia con el transporte de la bobina a ser cortada hacia el área de corte en planchas. Esta actividad es realizada por el montacargas operado por el montacarguista. El montacargas posee una capacidad de carga máxima de 15 toneladas.

Una vez que la bobina ha sido transportada al área de corte en donde está ubicada la máquina que realiza el corte propiamente dicho (llamada también *slitter*), el maquinista y su ayudante proceden a retirar todas las cubiertas de la bobina. Esta actividad se denomina pelado.

Cuando la bobina esta pelada el montacarguista inicia el montaje de la misma en la slitter.

Montada ya la bobina en la slitter, el maquinista procede a desenrollarla y si es necesario calibrar la máquina para el grosor de la bobina. Realizada esta actividad el maquinista y su ayudante realizan un corte de prueba para verificar que el corte se ha hecho de manera correcta.

Posteriormente la bobina es cortada y las planchas producto del corte son apiladas al final de la máquina por el ayudante del maquinista, mientras este verifica el correcto funcionamiento del proceso.

Este proceso dura hasta que se corta la primera mitad de la bobina. Luego de esto el paquete de planchas apiladas son enzunchadas para ser retiradas por el montacarguista y continuar con el corte de la segunda mitad de la bobina para repetir el proceso.

Culminado el corte de la bobina el montacarguista transporta los paquetes de planchas hacia el almacén.

Para comprender mejor esto, se detalla el diagrama de flujo:

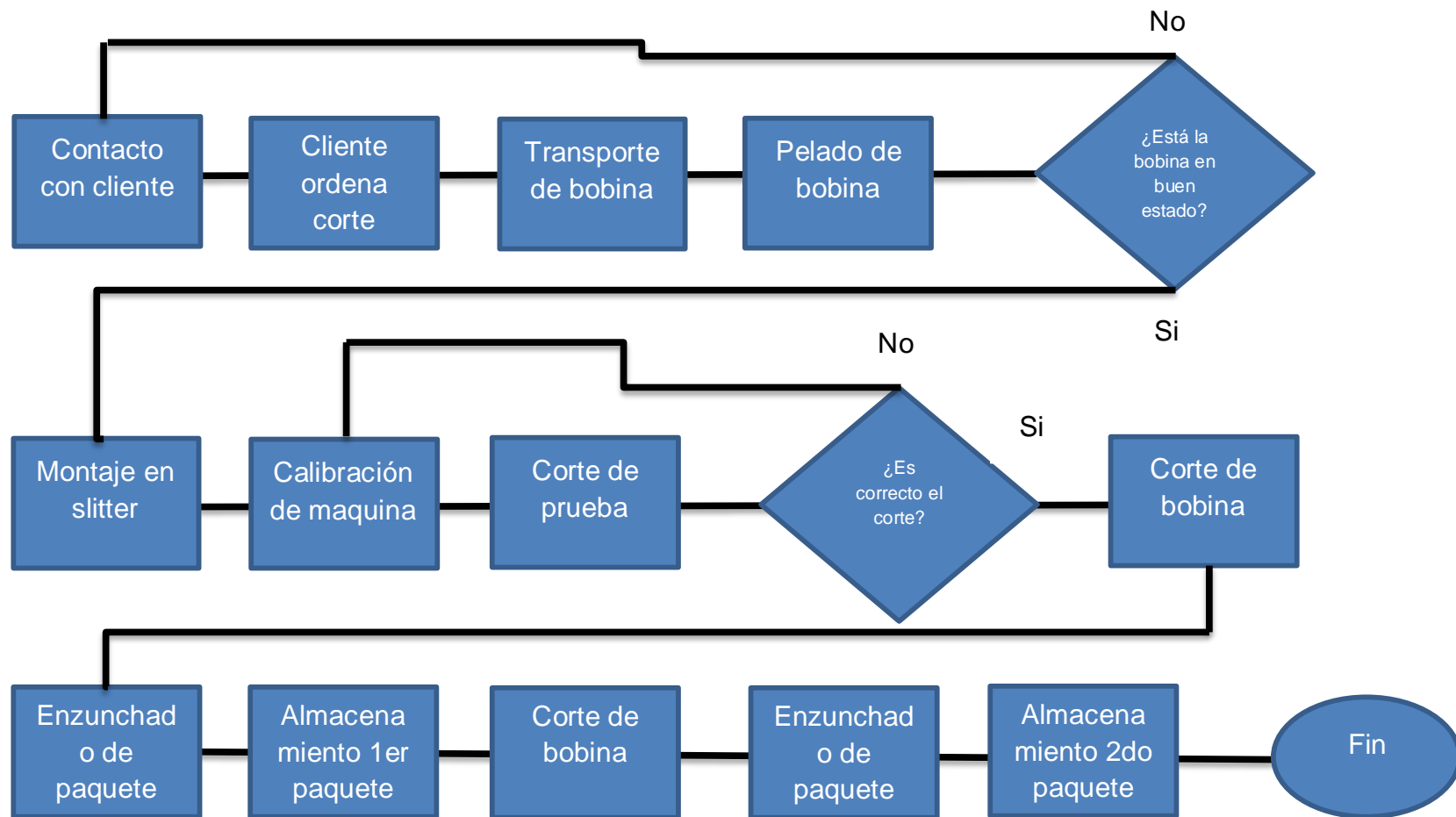


Figura 22: Diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia.

2.7.1.4 Desarrollar un nuevo método de trabajo

Cuando el trabajo ha sido analizado, es necesario desarrollar nuevos y mejores métodos de trabajo. Para García (2005, p.38) son clave las palabras eliminar, cambiar, reorganizar y simplificar en esta etapa.

Primero deben eliminarse aquellas actividades que generen improductividad en el proceso. Un ejemplo de esto es traer herramientas de otro lado para realizar una tarea.

Cambiar implica buscar un orden más adecuado de los recursos que se utilizan para dicha operación. Por ejemplo utilizar una herramienta más adecuada para realizar una actividad.

Reorganizar una actividad requiere cambiar las circunstancias en las que esta se desarrolla. Por ejemplo realizar una actividad necesaria al proceso mientras se desaprovecha el recurso humano en tiempos muertos.

Simplificar, sin caer en redundancia, significa facilitar la forma en que se realiza una actividad, buscando una forma más sencilla de hacerla.

Debido a esto se ha propuesto distintos métodos expresados en los siguientes diagramas propuestos:

DIAGRAMA DEL PROCESO								
Nombre del proceso:	Corte en planchas			Área		Corte		
Fecha:	01/10/2017			Planta		Carabayllo		
Descripción del método actual	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia	Cantidad	Tiempo
Montaje en máquina	○	□	⇒	D	▽			
Corte de prueba	○	□	⇒	D	▽			
Inspección de longitud de plancha	○	□	⇒	D	▽			
Corte	○	□	⇒	D	▽			
Enzunchado	○	□	⇒	D	▽			
Corte	○	□	⇒	D	▽			
Enzunchado	○	□	⇒	D	▽			
Transporte al almacén	○	□	⇒	D	▽			
Almacenado	○	□	⇒	D	▽	50 m		

Figura 23: Diagrama de análisis del proceso

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama anterior muestra el proceso propuesto para la mejora de la productividad. En comparación al diagrama anterior, podemos observar que se han suprimido actividades que pueden hacerse en paralelo. Dichas actividades son: Transporte de la bobina al almacén, pelado de bobina e inspección de la bobina.

Utilizando de más eficientemente el recurso humano, se ha visto necesario que el montacarguista sea el encargado de realizar estas actividades mientras el maquinista realiza las labores de corte. Esto ahora en promedio 12.8 minutos al proceso de corte.

De igual manera las operaciones traer herramienta de pelado y enzunchado han sido suprimidas ya que representan actividades que no

generan valor. En vez de compartir las herramientas con las otras áreas y desperdiciar tiempo en traerlas hasta el área de ha visto conveniente adquirir dichas herramientas.

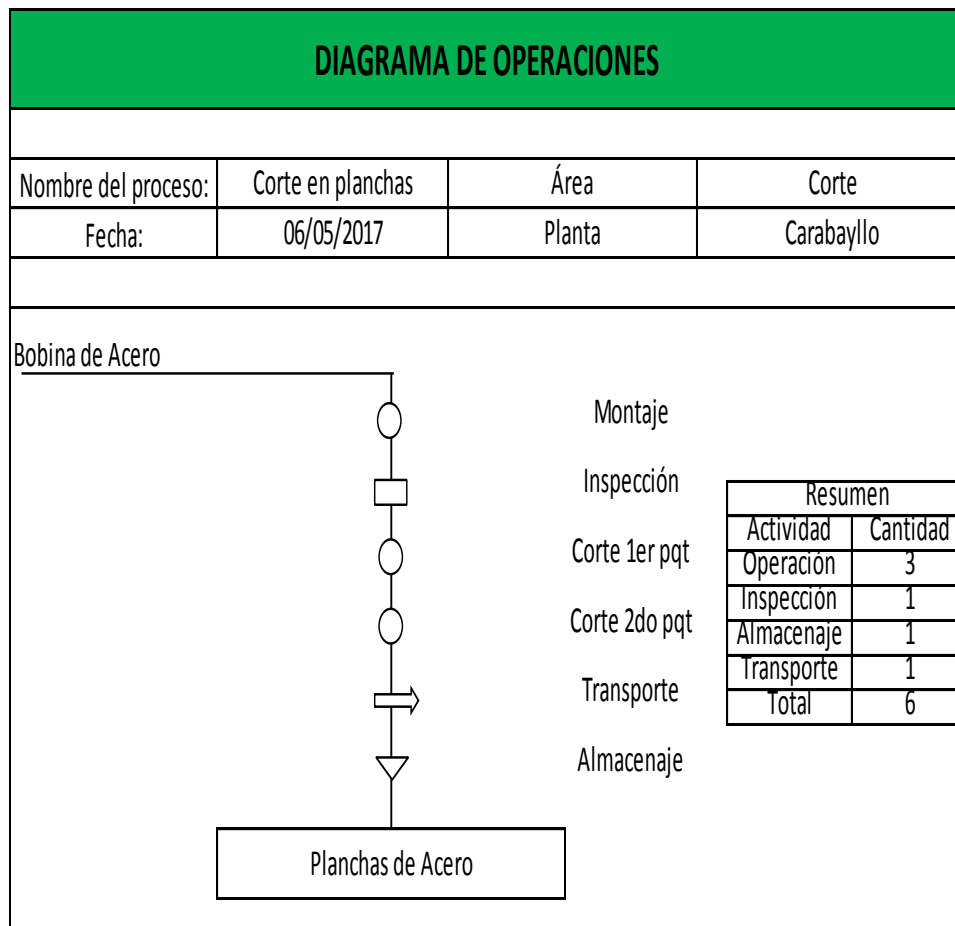


Ilustración 24: Diagrama de operaciones propuesto

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera que en el DAP, en el diagrama anterior podemos ver una reducción en la cantidad de operaciones del proceso, ya que actividades que habían actividades que podían realizarse de manera simultánea al corte propiamente dicho.

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA DEL PROCESO					
Nombre del proceso:	Corte en planchas		Área	Corte	
Fecha:	06/06/2017		Planta	Carabayllo	
Operador (Montacarguista)		Tiempo (m)		Máquina (slitter)	Tiempo (m)
Cargar		13,8		Cargar	10
Transporte de bobinas		5		Maquinado	83,4
Pelado de bobinas		3,1			
Inspección		0,8			
Traer herramientas		1			
Tiempo muerto y otras actividades		73			
Descargar		4,9		Descargar	4,9

Figura 25: Diagrama hombre-máquina propuesta

Fuente: Elaboración propia

En los diagramas anteriores (ver figura 21 y 25), podemos observar actividades que han sido eliminadas. Dichas actividades son traer herramientas y transporte al área. Esto se ve justificado con una mejor secuenciación del proceso. La actividad transportar al área se elimina al realizarse en paralelo mientras el maquinista realiza el corte. Por otra parte las actividades traer herramientas se eliminan al gestionar la compra de herramientas adicionales que estén siempre en el área en donde se requieren.

El resultado de los métodos propuestos genera que sea necesario implementar un estándar de trabajo. En él se especifica cómo debe hacerse el trabajo, quienes lo harán, como lo harán, donde se harán, la secuencia en que se harán y que herramientas se utilizaran para ejecutarlo.

2.7.1.5 Capacitar al personal en el nuevo método de trabajo

Dados los nuevos métodos propuestos, se ha visto necesario establecer un estándar de trabajo para poder capacitar a los trabajadores.

A continuación se muestra la siguiente figura, la cual contiene la secuencia, las actividades, las herramientas a utilizar, etc.





















Proceso: Corte de bobina de acero en planchas						
Estandar de trabajo						
Montaje de la bobina						
Pasos	Actividad	Tiempo (")	Herramientas a utilizar	Método	Puntos clave	
1	Retirar funda de bobina	2		Retirar completamente todas las fundas		Cortar correctamente los zunchos
2	Cortar los zunchos	1		Cortar correctamente los zunchos		Verificar que la bobina no se desarme
3	Colocar bobina en el porta bobinas	5		Revisar que la bobina calze correctamente		Verificar estabilidad de la bobina
4	Desenrollar la bobina	5		Utilizar correctamente rodillos de slitter		Cuadrar correctamente la lámina
Corte de bobina						
5	Realizar corte de prueba	1		Verificar medida de plancha		Configurar correctamente la slitter
6	Cortar resto de bobina	32.1		Verificar medida de plancha		Configurar correctamente la slitter
7	Enzunchar primer paquete	0.9		Ajustar los zunchos y engrapar		Ajustar correctamente los zunchos
8	Cortar resto de bobina	32.1		Verificar medida de plancha		Configurar correctamente la slitter
9	Enzunchar primer paquete	0.9		Ajustar los zunchos y engrapar		Ajustar correctamente los zunchos
10	Transportar paquetes al almacén	4.2		Transportar los dos paquetes		Conducir prudentemente

Figura 26: Estándar de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Establecido el estándar de trabajo, lo siguiente es capacitar al personal en el nuevo método de trabajo establecido, para ello se procedió a explicar las nuevas formas, y como se debe hacer el trabajo paso a paso, quien debe hacerlo, que se debe utilizar para hacerlo y cuánto tiempo deben demorar para hacerlo.

El registro de capacitación es el anexo en el que puede reflejarse la objetividad de lo mencionado.

2.7.1.6 Ejecutar el nuevo método de trabajo

El último paso para concluir el estudio de métodos es ejecutar el nuevo método y evaluar el desempeño del mismo. Los resultados de esto deben verse reflejados en la medición de eficacia en la post-prueba.

2.7.2 Estudio de tiempos

Al igual que el estudio de métodos, el estudio de tiempos es una parte crucial para poder establecer también un estándar de trabajo.

Tal como se ha visto en la Tabla 3 el tiempo promedio de normal de producción es de 116.4 minutos. Esto nos lleva comparar dicho tiempo con el menor tiempo de producción o tiempo normal. Tal como se puede ver la siguiente Figura.

N°	Descripción Actividad	Tiempo Estandar	Tiempo Promedio	Minutos																				Diferencia
1	Transporte al área de corte	5		■	■																			2,063
			7,063	■	■	■																		
2	Traer herramientas de pelado	1				■																		0,313
			1,313			■	■																	
3	Pelado de bobina	3,1					■																	0,857
			3,957				■	■																
4	Inspección visual bobina	0,8						■																0,983
			1,783					■	■															
5	Montaje en máquina	9,8							■	■	■													3,21
			13,01						■	■	■	■												
6	Corte de prueba	0,2								■														0
			0,2							■														
7	Inspeccion de longitud	1,1									■													0,15
			1,25								■	■												
8	Corte	32,1										■	■	■	■									6,35
			38,45									■	■	■	■	■								
9	Traer herramienta de enzunchado	1														■								0,347
			1,347													■	■							
10	Enzunchado	1,1															■							0,223
			1,323														■	■						
11	Corte	32,1																■	■	■				6,18
			38,28															■	■	■	■			
12	Enzunchado	1,1																	■					0,223
			1,323																■	■				
13	Transporte al almacen	4,2																		■	■			1,6
			5,8																	■	■	■		
14	Almacenado	0,7																				■		0,453
			1,153																			■	■	
Totales		93,3	116,252																					22,952

Figura 27: Comparativo de tiempos normal y promedio

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior podemos observar la diferencia entre los tiempos de producción estándar y promedio respectivamente. Hay diferencias significativas en la duración de las actividades para lo cual se ha realizado un plan de acción basado en el diagrama Por qué – Por qué. Dicho diagrama está enfocado a encontrar las causas raíces de cada demora en las actividades.

Asimismo utilizar las herramientas de ingeniería permite combatir las causas de la baja productividad de la planta.

Para detallar en la información del cuadro, debemos realizarnos la siguiente pregunta: ¿qué es lo que causó que dicha actividad se realice en un mayor tiempo?

Actividad 1: Transporte al área de corte

La principal razón de las demoras en llevar las bobinas del almacén hacia el área de corte es que el montacargas debe realizar diferentes actividades como: descarga de bobinas, carga de planchas y flejes y por ultimo atender a otras máquinas de corte.

Actividad 2: Traer herramientas de pelado

Esta es una actividad que genera tiempos muertos de transporte por parte del recurso humano, ya que las herramientas para pelar las bobinas muchas veces se encuentran en otras áreas o máquinas de corte.

Actividad 3: Pelado de bobina

Durante esta actividad se retira los zunchos, fundas y demás cubiertas que protegen la bobina. Existen variaciones en el tiempo que toma realizarse esta actividad ya que las herramientas que poseen los colaboradores no son las apropiadas para este fin (tijeras industriales). Esto disminuye la eficiencia con la que se realiza esta actividad, pudiendo realizarse de manera más rápida con una tijera pico de pato.

Actividad 4: Inspección visual

Esta actividad consiste en revisar detalladamente la bobina con el fin de detectar posibles daños en la misma. Esta actividad es necesaria ya que puede ocurrir que las bobinas sufran daños durante el manipuleo. En este caso el colaborador debe informar al supervisor sobre el estado de la misma para generar un informe al cliente y determinar si se debe o no proceder con el corte.

Actividad 5: Corte de prueba

Esta actividad-inspección consiste en realizar un primer corte en plancha de la bobina, esto se hace con la finalidad de determinar si la máquina está correctamente calibrada y lista para proceder con la secuencia de corte. Las demoras se suscitan cuando no hay una correcta calibración para el espesor de la bobina, por lo que debe configurarse para dicho trabajo.

Actividad 6: Inspección de longitud

Habiéndose cortado la primera plancha de prueba, el operador procede a determinar con una cinta métrica si las medidas de la plancha son las correctas. Esta es una actividad necesaria para continuar con la secuencia de corte. Las medidas del corte estándar en milímetros son de 1,200 de alto por 2,400 de largo.

Actividad 7: Corte

Cuando el corte de prueba es considerado dentro de los parámetros, se programa la máquina para realizar la secuencia de corte de toda la bobina. Esta es cortada en dos paquetes de planchas que conforman la totalidad del peso de la misma. Las demoras se suscitan cuando la máquina falla o esta no es abastecida a tiempo.

Actividad 8: Traer herramientas de enzunchado

Una vez que un paquete de planchas es completado, los colaboradores proceden a enzuchar dicho paquete para ser almacenado. Se necesitan

dos herramientas para realizar dicha actividad un tensador de zunchos y una engrapadora de zunchos. Muchas veces estas herramientas se encuentran en otra área porque el personal debe ir a traerlo generando improductividad.

Actividad 9: Enzunchado

Usando las herramientas mencionadas, los colaboradores aseguran el paquete mediante los zunchos para evitar que este se desmorone durante la manipulación. Esta actividad es necesaria para trasladar de manera segura los paquetes hasta el almacén.

Actividad 10: Transporte al almacén

Cuando la bobina ha sido cortada en su totalidad, los paquetes de planchas son trasladados hacia el almacén. Muchas veces el montacargas se encuentra realizando otras actividades por lo que se generan demoras.

Actividad 11: Almacenado

Para poder ser almacenados con seguridad, los paquetes de planchas son colocados uno encima de otro sobre trozos de madera llamados tacos, estos sirven de soporte y facilitan el futuro manipuleo de las mismas, dándole a las uñas del montacargas un espacio por donde puedan ingresar y moverlas. Las demoras en esta actividad se suscitan cuando los tacos se encuentran en otras áreas o simplemente no los hay teniendo que colocar las planchas directamente en el piso, siendo esta una actividad que tarda más.

Identificadas las causas de las demoras, se procede a realizar un diagrama Por qué/Por qué para determinar las causas raíces de estas.

Tabla 6: Análisis porqué/porqué

Análisis Por qué/Porqué								
Variable	Fenomeno	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Incrementar la productividad	La productividad del área de corte es baja	porque el montacargas realiza otras actividades	porque solo hay un montacargas	porque no hay presupuesto para adquirir otro				
		porque el montacargas falla	porque no se hace mantenimiento preventivo	porque el personal de mantenimiento es limitado	porque no se gestiona el recurso humano	porque no hay departamento de recursos humanos	porque no hay organización en la empresa	
		porque las herramientas estan en otra área	porque solo hay herramientas para una sola área	porque no se gestiona la adquisicion de mas herramientas	porque no hay departamento de logistica	porque no hay organización en la empresa		
		porque no hay personal	porque no se gestiona el recurso humano	porque no hay departamento de recursos humanos				
		porque el corte sale fuera de medida	porque no se calibro correctamente la máquina	porque el personal no esta capacitado	porque no hay personal que gestione inducción	porque no se gestiona el recurso humano	porque no hay departamento de recursos humanos	porque no hay departamento de recursos humanos
		porque la máquina falla	No se hace mantenimiento preventivo	porque el personal de mantenimiento es limitado	porque no hay un área de mantenimiento	porque no hay organización en la empresa		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Plan de acción

Descripción	¿Qué?	¿Para qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Con qué?	¿Cuándo?
Montacargas realiza otras actividades	Planificar el uso del montacargas	Reducir demoras en el proceso de corte	Realizar un programa de producción	Investigador	Herramientas de informática	Ago-17
Montacargas falla	Planificar el mantenimiento del montacargas	Reducir tiempos muertos de por inoperatividad del montacargas	Realizar un programa de mantenimiento	Investigador	Plan de mantenimiento	Ago-17
Herramientas en otra área	Gestionar la compra de más herramientas	Reducir los tiempos muertos en el proceso de corte	Establecer nuevos métodos de trabajo	Investigador	Orden de compra	Ago-17
No hay personal	Gestionar eficientemente el recurso humano	Reducir los tiempos muertos en el proceso de corte	Establecer estándar de trabajo	Investigador	Manual de trabajo	Ago-17
Máquina falla	Planificar el mantenimiento de la máquina de corte	Reducir inoperatividad de la máquina	Realizar un programa de mantenimiento	Investigador	Plan de mantenimiento	Ago-17

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar las medidas ante las causas encontradas en el diagrama Por qué – Porqué fue necesario establecer el plan de acción.

En el plan de acción podemos observar todas las medidas necesarias para contrarrestar las la improductividad de las causas encontradas. Entre ellos tenemos los siguientes:

Programacion de producción de planchas Octubre 2017																																
Elaborado por:																				Fecha 01/10/2017												
Aprobado por:																				Planta Caudivilla												
Cliente	Descripción servicio	Fechas																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Covema SAC	Servicio de corte en planchas	■	■																													
TRADISA	Servicio de corte en planchas	■	■	■																												
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas				■																											
BRODISA	Servicio de corte en planchas				■	■																										
Covema SAC	Servicio de corte en planchas						■																									
TRADISA	Servicio de corte en planchas						■	■																								
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas								■																							
BRODISA	Servicio de corte en planchas								■	■																						
Covema SAC	Servicio de corte en planchas										■	■	■																			
TRADISA	Servicio de corte en planchas										■	■	■	■																		
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas													■																		
BRODISA	Servicio de corte en planchas														■																	
Covema SAC	Servicio de corte en planchas															■																
TRADISA	Servicio de corte en planchas																■	■														
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas																	■	■	■												
BRODISA	Servicio de corte en planchas																		■	■	■											
Covema SAC	Servicio de corte en planchas																			■	■	■										
TRADISA	Servicio de corte en planchas																				■	■	■									
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas																					■	■	■								
BRODISA	Servicio de corte en planchas																						■	■	■							
Covema SAC	Servicio de corte en planchas																							■	■							
TRADISA	Servicio de corte en planchas																								■	■						
TEFOLCA	Servicio de corte en planchas																									■	■					
BRODISA	Servicio de corte en planchas																										■	■				
Covema SAC	Servicio de corte en planchas																											■	■			
TRADISA	Servicio de corte en planchas																												■	■		

Figura 28: Programa de producción

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que los servicios de corte de las planchas de los clientes podrán ahora estar programados mensualmente según el cronograma establecido a cada inicio de mes.

Adicionalmente se sugiere un plan de mantenimiento preventivo para evitar paradas y tiempos improductivos por fallas de la máquina de corte y el montacargas. Se muestra a continuación:

Plan de mantenimiento anual 2017													
Elaborado por:				Fecha				01/01/2017					
Aprobado por:				Planta:				Caudivilla					
Maquinaria	Tipo de mantenimiento	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maquina de corte en planchas	Preventivo												
Montacargas	Servicio de corte en planchas												
Maquina de corte en flejes	Preventivo												
Observaciones													

Figura 29: Programa de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el mantenimiento no está programado en el área y solo se atiende a las fallas mediante el mantenimiento correctivo, el plan de mantenimiento aporta organización para evitar fallas imprevistas que generen paradas innecesarias.

Adicionalmente es necesario analizar en mayor profundidad el proceso de producción del área de corte en planchas para comprenderlo mejor y de esta manera generar propuestas de mejora que ayuden con el objetivo de aumentar la productividad.

En adición al estudio de métodos, el estudio de tiempos ayuda a mejorar la eficiencia de la utilización del recurso hombre-máquina. Por ellos luego de suprimir las actividades que no generan valor, organizar el trabajo y utilizar herramientas más convenientes, se tiene la siguiente medición de tiempos:

Tabla 8: Ficha de observación después

Ficha de toma de tiempos de producción																								Fecha		04/09/2017								
																								Ficha N°		2								
Operación		Corte en planchas										Comienzo																						
Máquina		Slitter										Término																						
Operario		Kevin Rioja Palomino										Planta										Carabayllo												
Supervisor		Adriano Abanto										Área										Corte en planchas												
N°	Descripción Actividad	4-9	5-9	6-9	7-9	8-9	9-9	10-9	11-9	12-9	13-9	14-9	15-9	16-9	17-9	18-9	19-9	20-9	21-9	22-9	23-9	24-9	25-9	26-9	27-9	28-9	29-9	30-9	1-10	2-10	3-10	TP	Min	Máx
5	Montaje en máquina	10	11,2	11,6	10,1	13,6	14,1	15	15	13,6	11,8	12	13,6	14	12,3	11,8	15,1	12,7	13,2	14,2	13,3	14,9	12,2	11,8	13	15	14,2	13,6	10,2	13,5	12,2	13	10	15,1
6	Corte de prueba	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
7	Inspeccion de longitud	1,1	1,5	1,6	1,8	1,1	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,25	1,1	1,8
8	Corte	34,2	33,2	35,6	32,1	35,1	43,5	44,2	40,3	40	45,2	39,1	33,1	36,6	42,2	38,8	42,5	43,2	37,8	39,9	35,4	39	38,2	33,2	33	35,9	36,2	34,5	41,2	45,2	43	38,4	32,1	45,2
10	Enzunchado	0,9	1,1	1,5	1,1	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,6	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,2	1,5	1,2	1,2	1,1	1,6	1,3	1,4	1,1	1,3	1,5	1,3	1,6	1,33	0,9	1,6
11	Corte	37,8	40,1	36,6	35,2	41,2	37,8	33	35,1	38,2	44,2	40	35,2	42,1	37	37,5	33,9	42,1	39,6	35,1	32,1	40,1	40,2	38,1	40	45,6	42,1	39,5	33,4	36,7	36	38,2	32,1	45,6
12	Enzunchado	1,2	1,2	1,5	1,1	1,6	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,2	1,5	1,2	1,1	1,1	1,6	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,6	1,32	1,1	1,6
13	Transporte al almacen	5,5	4,6	5,3	5,6	6	5,8	5	5,2	6,3	7	8,3	4,9	5,4	5,2	4,2	4,8	5,6	5,5	4,9	6,8	7,1	7,8	6,6	5,1	5,5	6	7,7	5,7	6,3	5	5,82	4,2	8,3
14	Almacenado	0,8	0,9	0,8	1,2	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	0,7	1,2	0,8	1,6	1,2	1,1	0,8	0,9	1,2	1,3	1,2	1,2	1,6	1,3	0,9	1,3	0,9	1,3	1,1	0,9	1,2	1,12	0,7	1,6
Totales		91,7	94	94,7	88,4	102	107	103	101	104	113	105	92	103	102	97,3	101	109	101	99,8	92,8	106	104	95,6	95,9	108	103	101	95,9	107	102	101	82,4	121
Producción obtenida		199	203	200	198	202	200	197	207	204	198	200	201	197	200	198	207	205	202	202	199	200	206	198	204	201	198	206	204	201	197	201	197	207

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 8 podemos observar los tiempos de producción en los que se incurre con el nuevo método obteniendo de este modo un promedio de tiempo de corte en planchas para cada bobina de 101 minutos, comparando este tiempo con el anterior tenemos una diferencia de 15.1 minutos.

Asimismo la producción media obtenida de esta medición es de 201 planchas fijando una productividad de 1.99 planchas por minuto, esto representa una mejora de 13%.

De dicho análisis se obtiene la siguiente información contenida en el muestreo post prueba.

Tabla 9: Post-prueba eficacia, eficiencia y productividad después

	1-9	2-9	4-9	5-9	6-9	7-9	8-9	9-9	11-9	12-9	13-9	14-9	15-9	16-9	18-9	19-9	20-9	21-9	22-9	23-9	25-9	26-9	27-9	28-9	29-9	30-9	2-10	3-10	4-10	5-10
Unidades programadas	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886	573	886	886	886	886	573	886	886	886	886	886
Unidades producidas	721	421	698	706	710	699	703	408	709	701	703	697	712	400	706	716	703	721	691	430	714	700	699	599	698	418	723	715	703	699
Eficacia	0,81	0,73	0,79	0,80	0,80	0,79	0,79	0,71	0,80	0,79	0,79	0,79	0,80	0,70	0,80	0,81	0,79	0,81	0,78	0,75	0,81	0,79	0,79	0,68	0,79	0,73	0,82	0,81	0,79	0,79
	1-6	2-6	3-6	5-6	6-6	7-6	8-6	9-6	10-6	12-6	13-6	14-6	15-6	16-6	17-6	19-6	20-6	21-6	22-6	23-6	24-6	26-6	27-6	28-6	29-6	30-6	1-7	3-7	4-7	5-7
Horas hombre-maquina disponibles	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5	5,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Horas hombre-máquina trabajadas	6,92	4,04	6,7	6,77	6,81	6,71	6,74	3,92	6,8	6,73	6,74	6,69	6,83	3,84	6,77	6,87	6,74	6,92	6,63	4,13	6,85	6,72	6,71	5,75	6,7	4,01	6,936	6,86	6,74	6,706
Eficiencia	0,81	0,73	0,79	0,8	0,8	0,79	0,79	0,71	1,24	0,79	0,79	0,79	0,8	0,7	1,23	0,81	0,79	0,81	0,78	0,75	1,25	0,79	0,79	0,68	0,79	0,73	0,816	0,81	0,79	0,7889
Productividad	0,66	0,54	0,62	0,63	0,64	0,62	0,63	0,51	0,99	0,63	0,63	0,62	0,65	0,49	0,98	0,65	0,63	0,66	0,61	0,56	1,00	0,62	0,62	0,46	0,62	0,53	0,67	0,65	0,63	0,62

Fuente: Elaboración propia

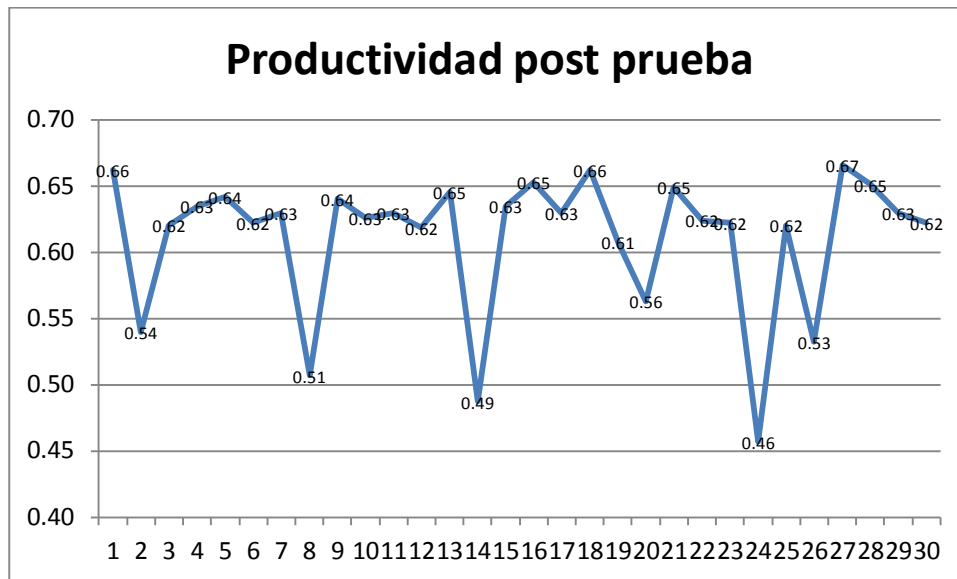


Figura 30: Productividad post prueba

Fuente: Elaboración propia

De la gráfica de tendencia anterior podemos observar un incremento en la media de la productividad de la planta comparado con la productividad media en la pre prueba.

Esto se debe, como se ha mencionado antes, a la supresión de actividades que podía realizarse paralelamente al proceso de corte y a la mejora de métodos de pelado al adquirir herramientas más eficientes para la tarea.

3.2 Análisis costo-beneficio de la investigación

Luego de haber realizado las propuestas de para mejorar la productividad del proceso se procedió a determinar la relación costo-beneficio de las mismas. Para esto primero se determinó los costos incurridos para implementar las mejoras propuestas así como los beneficios de los mismos traducidos de manera monetaria.

A continuación se presenta la tabla de costos del proyecto:

Tabla 10: Costos de operación de la investigación

Descripción	Costo de mantenimiento (Nuevos Soles)
Remuneración trimestral del investigador	4800
Total	4800

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se detalla la remuneración trimestral del investigador, el periodo considerado es de tres meses pues este es el tiempo de implementación del nuevo método y de la investigación en sí.

Tabla 11: Costos de ejecución

Descripción	Costo de implementación (Nuevos Soles)
Comprar herramientas de enzunchado (tensor y sellador)	150
Comprar herramientas de pelado (cizalla para zuncho metálico)	50
Realizar plan de producción	160
Total	360

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 11 muestra los detalles de la ejecución de los materiales e implementos necesarios para la mejora de la productividad.

Asimismo se muestran los beneficios de la implementación del proyecto dada la mejora de la productividad del área.

Tabla 12: Ingresos pre-prueba.

Fecha	Producción	dimensiones	tonelaje	Tarifa/ton USD \$	Ingreso bruto	Cliente
1-6	619	2,3x1200x2400	32,19	8,00	257,50	COVEMA SAC
2-6	623	2,3x1200x2400	32,40	8,00	259,16	COVEMA SAC
3-6	419	2,3x1200x2400	21,79	8,00	174,30	COVEMA SAC
5-6	641	2,3x1200x2400	33,33	8,00	266,65	COVEMA SAC
6-6	624	2,3x1200x2400	32,45	8,00	259,58	COVEMA SAC
7-6	559	2,3x1200x2400	29,07	8,00	232,54	SERMEFIT SAC
8-6	623	2,3x1200x2400	32,40	8,00	259,16	COVEMA SAC
9-6	415	2,3x1200x2400	21,58	8,00	172,63	COVEMA SAC
10-6	403	2,3x1200x2400	20,96	8,00	167,64	COVEMA SAC
12-6	664	2,3x1200x2400	34,53	8,00	276,22	COVEMA SAC
13-6	629	2,3x1200x2400	32,71	8,00	261,66	COVEMA SAC
14-6	602	2,3x1200x2400	31,30	8,00	250,42	COVEMA SAC
15-6	603	2,3x1200x2400	31,36	8,00	250,84	COVEMA SAC
16-6	606	2,3x1200x2400	31,51	8,00	252,09	COVEMA SAC
17-6	401	2,3x1200x2400	20,85	8,00	166,81	COVEMA SAC
19-6	627	2,3x1200x2400	32,60	8,00	260,82	COVEMA SAC
20-6	605	2,3x1200x2400	31,46	8,00	251,67	COVEMA SAC
21-6	657	2,3x1200x2400	34,16	8,00	273,30	COVEMA SAC
22-6	603	2,3x1200x2400	31,36	8,00	250,84	COVEMA SAC
23-6	607	2,3x1200x2400	31,56	8,00	252,50	COVEMA SAC
24-6	398	2,3x1200x2400	20,70	8,00	165,56	SERMEFIT SAC
26-6	601	2,3x1200x2400	31,25	8,00	250,01	COVEMA SAC
27-6	604	2,3x1200x2400	31,41	8,00	251,26	COVEMA SAC
28-6	599	2,3x1200x2400	31,15	8,00	249,18	COVEMA SAC
29-6	600	2,3x1200x2400	31,20	8,00	249,59	COVEMA SAC
30-6	603	2,3x1200x2400	31,36	8,00	250,84	COVEMA SAC
1-7	411	2,3x1200x2400	21,37	8,00	170,97	COVEMA SAC
3-7	601	2,3x1200x2400	31,25	8,00	250,01	SERMEFIT SAC
4-7	601	2,3x1200x2400	31,25	8,00	250,01	COVEMA SAC
5-7	597	2,3x1200x2400	31,04	8,00	248,34	COVEMA SAC
Totales producción toneladas			891,51	Total ingreso bruto	7132,10	

Fuente: Imred-Elaboración propia

Podemos observar una mejoría en los ingresos ya que con la propuesta de mejora se ha logrado incrementar la producción de planchas. Esto se debe a que aplicando el estudio del trabajo es posible cortar una mayor cantidad de bobinas en un mismo tiempo. Incrementando así la productividad.

De la misma manera se muestran la tabla 12. En la cual se detalla los ingresos pertenecientes al mes de setiembre el que claramente presenta un incremento en la producción y por consecuencia de la productividad.

Tabla 13: Ingresos post-prueba

Fecha	Producción	dimensiones	tonelaje	Tarifa/ton USD \$	Ingreso bruto	Cliete
1-9	721	2,3x1200x2400	37,49	8,00	299,93	SERMEFIT SAC
2-9	421	2,3x1200x2400	21,89	8,00	175,13	SERMEFIT SAC
4-9	698	2,3x1200x2400	36,29	8,00	290,36	COVEMA SAC
5-9	706	2,3x1200x2400	36,71	8,00	293,69	COVEMA SAC
6-9	710	2,3x1200x2400	36,92	8,00	295,35	COVEMA SAC
7-9	699	2,3x1200x2400	36,35	8,00	290,78	COVEMA SAC
8-9	703	2,3x1200x2400	36,55	8,00	292,44	COVEMA SAC
9-9	408	2,3x1200x2400	21,22	8,00	169,72	COVEMA SAC
11-9	709	2,3x1200x2400	36,87	8,00	294,93	COVEMA SAC
12-9	701	2,3x1200x2400	36,45	8,00	291,61	COVEMA SAC
13-9	703	2,3x1200x2400	36,55	8,00	292,44	COVEMA SAC
14-9	697	2,3x1200x2400	36,24	8,00	289,94	COVEMA SAC
15-9	712	2,3x1200x2400	37,02	8,00	296,18	COVEMA SAC
16-9	400	2,3x1200x2400	20,80	8,00	166,39	COVEMA SAC
18-9	706	2,3x1200x2400	36,71	8,00	293,69	SERMEFIT SAC
19-9	716	2,3x1200x2400	37,23	8,00	297,85	SERMEFIT SAC
20-9	703	2,3x1200x2400	36,55	8,00	292,44	COVEMA SAC
21-9	721	2,3x1200x2400	37,49	8,00	299,93	COVEMA SAC
22-9	691	2,3x1200x2400	35,93	8,00	287,45	COVEMA SAC
23-9	430	2,3x1200x2400	22,36	8,00	178,87	SERMEFIT SAC
25-9	714	2,3x1200x2400	37,13	8,00	297,01	SERMEFIT SAC
26-9	700	2,3x1200x2400	36,40	8,00	291,19	COVEMA SAC
27-9	699	2,3x1200x2400	36,35	8,00	290,78	COVEMA SAC
28-9	599	2,3x1200x2400	31,15	8,00	249,18	COVEMA SAC
29-9	698	2,3x1200x2400	36,29	8,00	290,36	COVEMA SAC
30-9	418	2,3x1200x2400	21,74	8,00	173,88	COVEMA SAC
2-10	723	2,3x1200x2400	37,59	8,00	300,76	COVEMA SAC
3-10	715	2,3x1200x2400	37,18	8,00	297,43	COVEMA SAC
4-10	703	2,3x1200x2400	36,55	8,00	292,44	SERMEFIT SAC
5-10	699	2,3x1200x2400	36,35	8,00	290,78	SERMEFIT SAC
Totales producción toneladas			1020,36	Total ingreso bruto	8162,92	

Fuente: Imred-Elaboración propia

Las tablas de ingresos 12 y 13 muestran a detalle la producción y los ingresos brutos generados por estos. Este es determinado por el tonelaje representado de la producción total de planchas para el jornal diario. Asimismo es necesario mencionar que el peso de estas planchas es determinado por las dimensiones de las mismas, las cuales son: el grosor, el largo, el ancho y la densidad del acero con el que se trabaja, para este caso 7,85 kilogramos por metro cubico.

Adicionalmente a los ingresos brutos, a continuación se detallan los costos de operación del área de corte para poder determinar el ingreso neto de la mejora.

Tabla 14: Costos de operación del área

Costos de operación mensual Soles	
Remuneración maquinista	1500
remuneración ayudante	1000
Remuneración montacarguista	1000
Remuneración administrador	1600
Costo de mantenimiento slitteer	500
Costo de operación slitteer	600
Totales	6200

Fuente: Imred-Elaboración propia

Tabla 15: Ingresos Netos Soles pre-prueba

Fecha	Ingreso Bruto	Costo de operación	Ingreso neto
1-6	842,01	206,67	635,35
2-6	847,45	206,67	640,79
3-6	569,96	206,67	363,29
5-6	871,94	206,67	665,27
6-6	848,81	206,67	642,15
7-6	760,40	206,67	553,73
8-6	847,45	206,67	640,79
9-6	564,52	206,67	357,85
10-6	548,19	206,67	341,53
12-6	903,22	206,67	696,56
13-6	855,61	206,67	648,95
14-6	818,89	206,67	612,22
15-6	820,25	206,67	613,58
16-6	824,33	206,67	617,66
17-6	545,47	206,67	338,80
19-6	852,89	206,67	646,23
20-6	822,97	206,67	616,30
21-6	893,70	206,67	687,04
22-6	820,25	206,67	613,58
23-6	825,69	206,67	619,02
24-6	541,39	206,67	334,72
26-6	817,53	206,67	610,86
27-6	821,61	206,67	614,94
28-6	814,81	206,67	608,14
29-6	816,17	206,67	609,50
30-6	820,25	206,67	613,58
1-7	559,07	206,67	352,41
3-7	817,53	206,67	610,86
4-7	817,53	206,67	610,86
5-7	812,09	206,67	605,42

Fuente: Información de la empresa - elaboración propia

Tabla 16: Ingresos Netos Soles post-prueba

Fecha	Ingreso Bruto	Costo de operación	Ingreso neto
1-9	968,76	206,67	762,10
2-9	565,67	206,67	359,01
4-9	937,86	206,67	731,19
5-9	948,61	206,67	741,94
6-9	953,98	206,67	747,32
7-9	939,20	206,67	732,54
8-9	944,58	206,67	737,91
9-9	548,20	206,67	341,54
11-9	952,64	206,67	745,97
12-9	941,89	206,67	735,22
13-9	944,58	206,67	737,91
14-9	936,52	206,67	729,85
15-9	956,67	206,67	750,00
16-9	537,46	206,67	330,79
18-9	948,61	206,67	741,94
19-9	962,05	206,67	755,38
20-9	944,58	206,67	737,91
21-9	968,76	206,67	762,10
22-9	928,45	206,67	721,79
23-9	577,76	206,67	371,10
25-9	959,36	206,67	752,69
26-9	940,55	206,67	733,88
27-9	939,20	206,67	732,54
28-9	804,84	206,67	598,17
29-9	937,86	206,67	731,19
30-9	561,64	206,67	354,97
2-10	971,45	206,67	764,78
3-10	960,70	206,67	754,03
4-10	944,58	206,67	737,91
5-10	939,20	206,67	732,54

Fuente: Información de la empresa - elaboración propia.

Tabla 17: Análisis financiero VAN-TIR

Inversión	-5160
1-9	762,10
2-9	359,01
4-9	731,19
5-9	741,94
6-9	747,32
7-9	732,54
8-9	737,91
9-9	341,54
11-9	745,97
12-9	735,22
13-9	737,91
14-9	729,85
15-9	750,00
16-9	330,79
18-9	741,94
19-9	755,38
20-9	737,91
21-9	762,10
22-9	721,79
23-9	371,10
25-9	752,69
26-9	733,88
27-9	732,54
28-9	598,17
29-9	731,19
30-9	354,97
2-10	764,78
3-10	754,03
4-10	737,91
5-10	732,54

Tasa diaria	0,03%
-------------	-------

VAN	14912,20
TIR	13%

PRI	8,86 Días
-----	-----------

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos ver el análisis del VAN y el TIR respectivamente siendo estos determinados a una tasa diaria de 0.03% esta tasa incluye la inflación del año 2017 la cual es de 2.2% adicionado al 10% asignado al proyecto, todo esto dividido entre los 365 días del año.

En el análisis puede observarse una tasa interna de retorno de 13% y un valor actual neto de S/. 14912,2 lo cual indica que el proyecto es viable financieramente.

CAPÍTULO III: Resultados

En este capítulo se examinarán y analizarán los resultados obtenidos mediante el desarrollo de la propuesta. Se contrastarán los indicadores antes y después de las mejoras, así como las hipótesis de la investigación para poner a prueba la rigurosidad lógica. Para poner a prueba la rigurosidad estadística, los indicadores serán analizados en el software estadístico IBM SPSS Statistics.

Para esto se ofrece un análisis del antes y el después de los indicadores de la variable independiente: Estudio de métodos y Estudio de tiempos.

El estudio de métodos está determinado por la cantidad de operaciones en las que se incurre para concretar el proceso. Debido a la supresión de actividades que podían realizarse simultáneamente y a la eliminación de actividades que no generaban valor se logró reducir la cantidad de operaciones. Esto se ve reflejado en la figura 31.

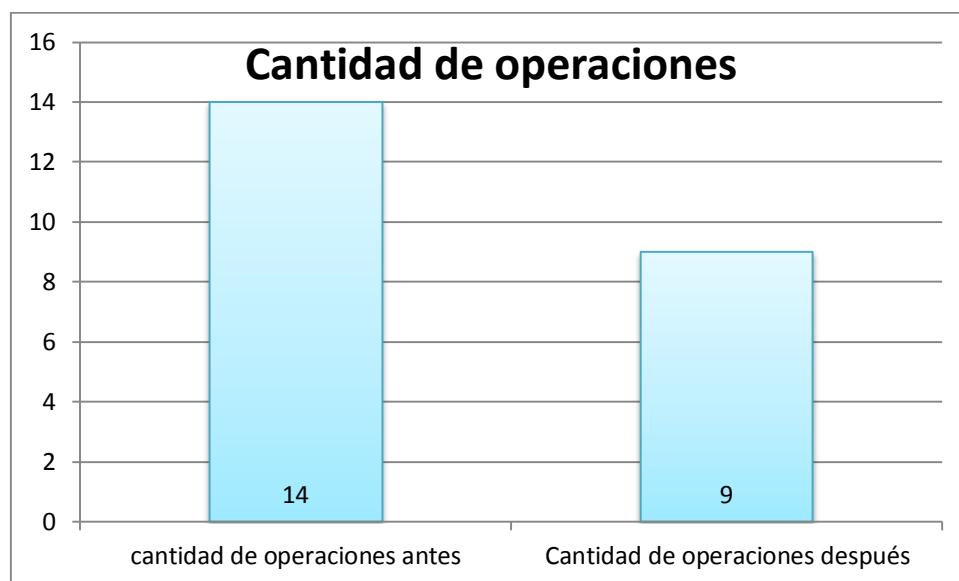


Figura 31: Cantidad de operaciones incurridas

Fuente: Elaboración propia

De igual forma el estudio de tiempos presenta resultados positivos, ya que el tiempo promedio de producción de 116.1 minutos para una bobina se vio reducido a 101 minutos representando una mejoría del 13%. Esto puede observarse en la figura 32.

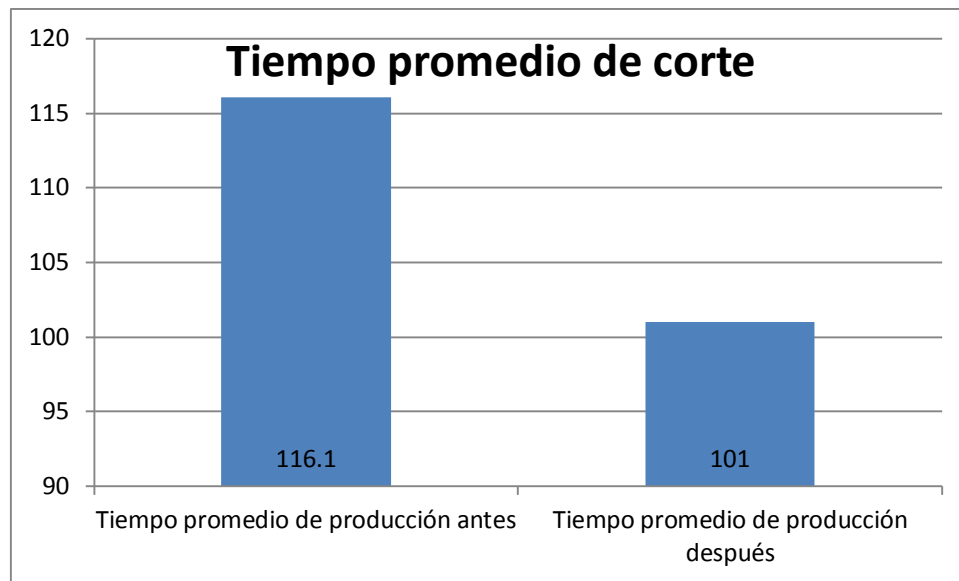


Figura 32: Tiempo promedio de corte

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Análisis Descriptivo

A continuación se muestra la tabla 18, la cual muestra el análisis descriptivo de la variable dependiente: productividad.

Tabla 18: Estadísticos descriptivos PRODUCTIVIDAD

			Estadístico	Error estándar
PRODUCTIVIDAD ANTES	Media		,4717	,01037
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,4505	
		Límite superior	,4929	
	Media recortada al 5%		,4776	
	Mediana		,4700	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05682	
	Mínimo		,22	
	Máximo		,56	
	Rango		,34	
	Rango intercuartil		,03	
	Asimetría		-2,982	,427
	Curtosis		13,568	,833
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	Media		,6457	,02333
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,5980	
		Límite superior	,6934	
	Media recortada al 5%		,6359	
	Mediana		,6300	
	Varianza		,016	
	Desviación estándar		,12776	
	Mínimo		,46	
	Máximo		1,00	
	Rango		,54	
	Rango intercuartil		,03	
	Asimetría		1,887	,427
	Curtosis		3,795	,833

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior podemos observar los estadísticos descriptivos referentes a la productividad. Principalmente podemos ver un incremento de la media de la misma de 0.4717 a 0.6457. Esto representa un aumento de 26.95 % con respecto a la media antes. De igual manera se presenta un incremento de 80.22% con respecto a la varianza anterior.

Tabla 19: Estadísticos descriptivos eficiencia

			Estadístico	Error estándar
Eficiencia antes	Media		,6850	,00851
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,6676	
		Límite superior	,7024	
	Media recortada al 5%		,6906	
	Mediana		,6800	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04659	
	Mínimo		,47	
	Máximo		,75	
	Rango		,28	
	Rango intercuartil		,02	
	Asimetría		-3,464	,427
	Curtosis		16,285	,833
Eficiencia después	Media		,8247	,02648
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,7705	
		Límite superior	,8788	
	Media recortada al 5%		,8089	
	Mediana		,7900	
	Varianza		,021	
	Desviación estándar		,14503	
	Mínimo		,68	
	Máximo		1,25	
	Rango		,57	
	Rango intercuartil		,02	
	Asimetría		2,495	,427
	Curtosis		5,345	,833

Fuente: Elaboración propia

De igual forma que en la productividad, la dimensión eficiencia presenta un incremento de la media de 0.6850 a 0.8247 esto representa un aumento de 16.93%. Asimismo cabe resaltar que la varianza se ha incrementado también, esto quiere decir que la variabilidad del proceso se ha visto afectada con la mejora. Este incremento de 0.002 a 0.021 está representado en 89.67%.

Tabla 20: Estadísticos descriptivos eficacia

			Estadístico	Error estándar
Eficacia antes	Media		,6863	,00858
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,6688	
		Límite superior	,7039	
	Media recortada al 5%		,6920	
	Mediana		,6850	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04701	
	Mínimo		,47	
	Máximo		,75	
	Rango		,28	
	Rango intercuartil		,02	
	Asimetría		-3,448	,427
	Curtosis		16,046	,833
Eficacia después	Media		,7810	,00647
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	,7678	
		Límite superior	,7942	
	Media recortada al 5%		,7843	
	Mediana		,7900	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,03546	
	Mínimo		,68	
	Máximo		,82	
	Rango		,14	
	Rango intercuartil		,01	
	Asimetría		-1,649	,427
	Curtosis		1,854	,833

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma que en la productividad, la dimensión eficacia presenta un incremento de la media de 0.6863 a 0.7810 esto representa un aumento de 12.12%. Asimismo cabe resaltar que la varianza se ha reducido también, esto quiere decir que la variabilidad del proceso se ha visto afectada de manera positiva con la mejora. Esta reducción de 0.002 a 0.001 está representado en 75.75%.

3.2 Análisis Inferencial

De igual forma que el análisis descriptivo, el análisis inferencial muestra resultados que nos permiten determinar la decisión final con respecto a las hipótesis de investigación, para este fin se detalla la tabla 21 en la cual se detallan las pruebas de normalidad de la variable productividad.

3.2.1 Prueba de Hipótesis

3.2.1.1 Hipótesis General

El estudio del trabajo incrementa la productividad en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H₀: El estudio del trabajo no incrementa la productividad en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H_a: El estudio del trabajo incrementa la productividad en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

Para poder decidir el estadígrafo ideal para la prueba de normalidad se debe identificar cual es el ideal. Dado que los datos procesados son menores a 30, se deberá utilizar el nivel de significancia de Shapiro-Wilk.

Tabla 21: Pruebas de normalidad productividad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,319	30	,000	,678	30	,000
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	,324	30	,000	,707	30	,000

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la significancia de Shapiro-Wilk es de 0.000 o sea menor a 0.05 debemos inferir que se ha de utilizar la Prueba Z para contrastar la hipótesis general.

Tabla 22: Contraste de productividad

	N	Media	estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	30	,4717	,05682	,22	,56
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	30	,6457	,12776	,46	1,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Significancia estadística del contraste de productividad

	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-4,710 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia

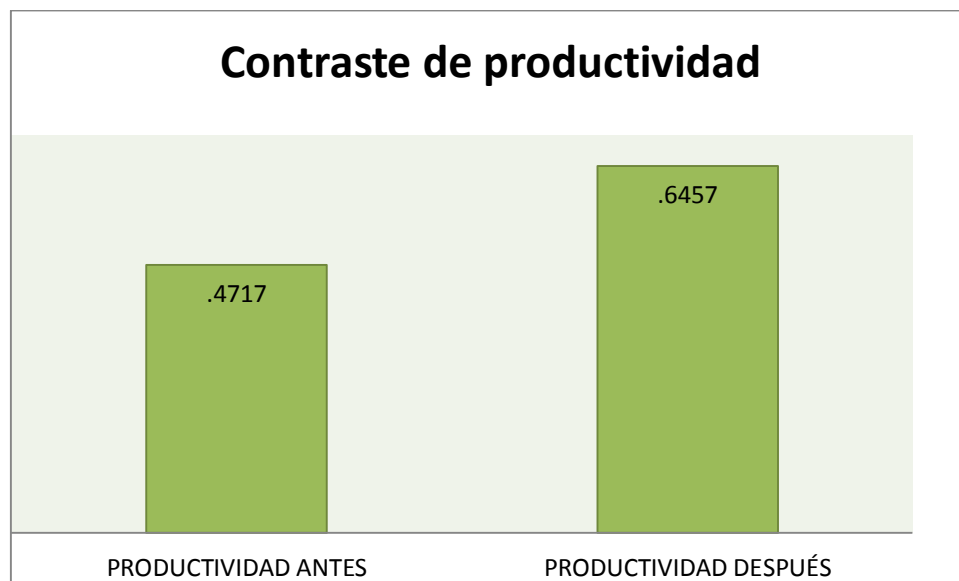


Figura 33: Contraste de productividad

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en las tablas obtenidas, al comparar la media de la productividad del antes con la del después se registra un incremento.

Además, se obtuvo una significancia de 0.000, visto que es menor que 0.005, entonces se concluye lo siguiente:

- Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula
- **H_a:** El estudio del trabajo produce un incremento en la productividad en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A.

3.2.1.1 Hipótesis Específica 1

El estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H₀: El estudio de métodos no incrementa la eficacia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H_a: El estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

Para poder decidir el estadígrafo ideal para la prueba de normalidad se debe identificar cual es el ideal. Dado que los datos procesados son menores a 30, se deberá utilizar el nivel de significancia de Shapiro-Wilk.

Tabla 24: Pruebas de normalidad eficacia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	,346	30	,000	,624	30	,000
Eficacia después	,367	30	,000	,750	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la significancia de Shapiro-Wilk es de 0.000 o sea menor a 0.05 debemos inferir que se ha de utilizar la Prueba Z para contrastar la hipótesis general.

Tabla 25: Contraste de eficacia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia antes	30	,6863	,04701	,47	,75
Eficacia después	30	,7810	,03546	,68	,82

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26: Significancia estadística eficacia

	Eficacia después - Eficacia antes
Z	-4,716 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: elaboración propia.

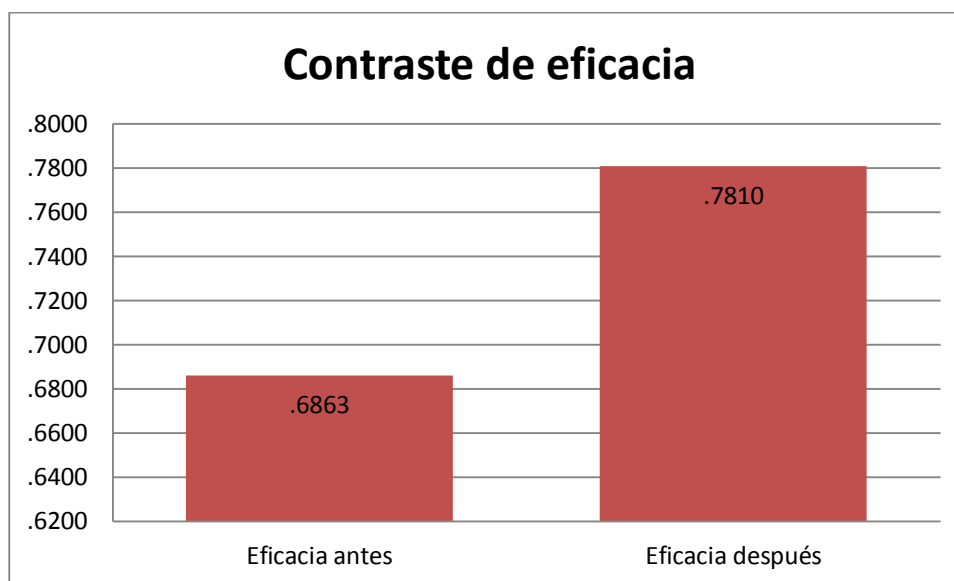


Figura 34: Contraste de eficacia

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en las tablas obtenidas, al comparar la media de la productividad del antes con la del después se registra un incremento.

Además, se obtuvo una significancia de 0.000, visto que es menor que 0.005, entonces se concluye lo siguiente:

- Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula
- **H_a**: El estudio de métodos incrementa la eficacia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

3.2.1.1 Hipótesis Específica 2

El estudio de tiempos incrementa la eficiencia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H₀: El estudio de tiempos no incrementa la eficiencia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

H_a: El estudio de tiempos incrementa la eficiencia en el área de corte en planchas en la empresa IMRED S.A

Para poder decidir el estadígrafo ideal para la prueba de normalidad se debe identificar cual es el ideal. Dado que los datos procesados son menores a 30, se deberá utilizar el nivel de significancia de Shapiro-Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	,357	30	,000	,612	30	,000
Eficiencia después	,413	30	,000	,559	30	,000

Figura 35: Pruebas de normalidad eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la significancia de Shapiro-Wilk es de 0.000 o sea menor a 0.05 debemos inferir que se ha de utilizar la Prueba Z para contrastar la hipótesis general.

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia antes	30	,6850	,04659	,47	,75
Eficiencia después	30	,8247	,14503	,68	1,25

Figura 36: Contraste de Eficiencia

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Significancia estadística eficiencia

	Eficiencia después - Eficiencia antes
Z	-4,713 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: elaboración propia.

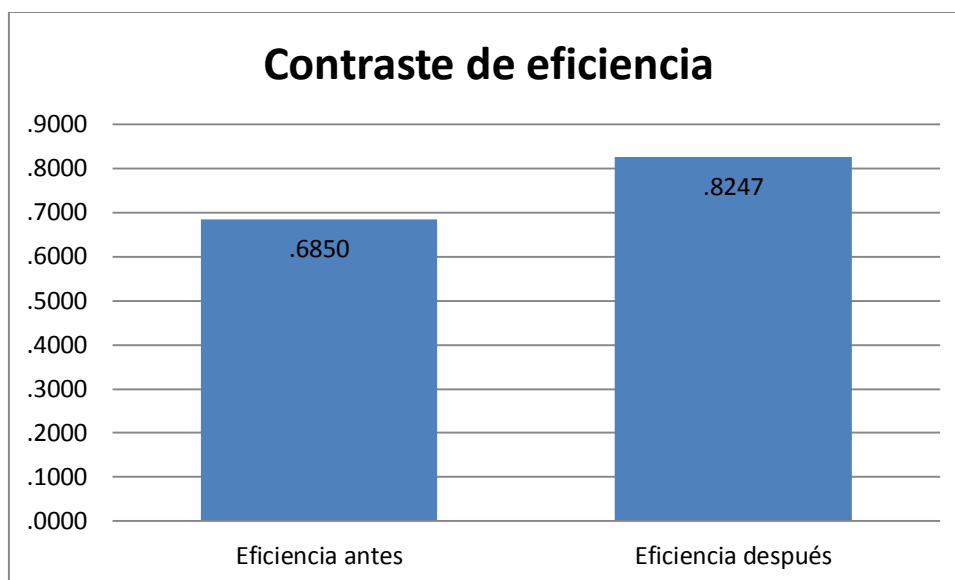


Figura 37: Contraste de eficiencia

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: Discusión

El objetivo de la investigación realizada, fue el de mejorar los métodos de trabajo y los tiempos de producción con el fin de aumentar la productividad del área de corte en planchas.

Utilizando para esto diagramas de proceso, de flujo, hombre-máquina etc. Todo esto con la meta de comprender de mejor manera el proceso de corte y proponer las mejoras.

De los antes mencionado se concuerda con la tesis “Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el molino Latino S.A.C”

Esto debido a que el investigador indica que la empresa presentaba gran desorden, actividades improductivas y despilfarros varios.

Todo esto pudiendo solucionarse con el estudio de métodos y herramientas del lean manufacturing.

Luego de analizar el proceso actual, el investigador ha propuesto una modificación en el proceso de pilado el cual consiste en la compra de maquinaria más eficiente. Esta mejora ha incrementado la productividad en un 59.95% debido a que anteriormente esta era de S/. 17.53kg/h a S/.28.04kg/h.

Asimismo se concuerda con el trabajo de investigación “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso de cajas de calzado para la mejora de la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print”

El mencionado trabajo de investigación analiza a profundidad la fabricación de cajas de cartón empleadas en el almacenamiento de calzado. Este estudio es un estudio experimental que muestra los cambios en el proceso de producción luego de aplicar el estudio de métodos. Entre los cuales podemos observar la toma de tiempos, el estudio de movimiento y transportes, realización de diagramas DAP, DOP y de flujo.

El estudio de tiempos del proceso después de la mejora del método permitió determinar un nuevo tiempo estándar de 377.95 minutos/millar, produciendo una reducción de 29.56 min/mill y una productividad de 193 cajas/hora. Haciendo un incremento de la productividad de 23.7%.

CAPÍTULO V: Conclusión

Se determinó que el objetivo general de la investigación “Determinar cómo el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.” se cumple debido a que se ha constatado un incremento de la misma de 26.95%

Con respecto al objetivo específico 1 “Determinar de qué manera el estudio del trabajo incrementa la eficacia en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.” se ha logrado observar un incremento de la misma en 12.12% esto debido a que se han reducido actividades que no generaban valor al proceso.

Asimismo se ha logrado cumplir con el objetivo específico 2 “Determinar de qué manera el estudio del trabajo incrementa la eficiencia en el área de corte de la empresa Industrias Metálicas El Redentor S.A.”. Esto fue posible gracias al análisis de tiempos y a la reducción del tiempo normal del mismo, se ha logrado percibir un aumento del 16.93% con respecto al periodo anterior.

CAPÍTULO VI: Recomendaciones

1. Se recomienda un adecuado mapeo de los procesos para poder comprender de una manera más objetiva el proceso a estudiar, asimismo es necesario tener una medición previa de los indicadores para saber cómo se encuentra el desempeño del proceso.
2. Es necesario estandarizar actividades en que se incurren para establecer los métodos y tiempos de producción, de igual manera es importante realizar una capacitación efectiva para los trabajadores y asegurarnos así que se cumplan y mantengan los estándares establecidos.
3. Es necesario lograr el compromiso de todo el factor humano para lograr eficazmente los objetivos del estudio del trabajo. Incentivar a los trabajadores es una buena forma de asegurarnos que se trabaja hacia un solo objetivo: aumentar la productividad.

Bibliografía

- RUIZ, Heber. Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2016, 222p.
- OROZCO, Eduard. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport Chiclayo – 2015. Trabajo de titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, 2016, 202 p.
- REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el molino Latino S.A.C. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2015, 131 p.
- ARANA, José. Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Católica de Santa María, Facultad de ciencias e ingenierías físicas y formales, 2015, 202 p.
- ULCO, Claudia. Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso de cajas de calzado para la mejora de la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print., Trabajo de Titulación(Ingeniería Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015, 172p.
- ALZATE, Nathalia y SÁNCHEZ JULIÁN. Estudio de métodos y tiempos de la línea de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación., Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2013, 77p.
- GONZALES, Eliana. Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servioptica LTDA., Trabajo de Titulación

- (Ingeniería Industrial). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2004, 116p.
- CAJAMARCA, Diego. Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de estudios a distancia Programa de Ingeniería Industrial, 2015, 77p.
 - MARTÍNEZ, William. Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa CINS YUMBO. Trabajo de titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, Programa de Ingeniería Industrial, 2013, 93p.
 - QUEZADA, Nel. Metodología de la investigación. Lima: Editorial Macro, 2010. 334 pp.
ISBN: 9786124034503
 - HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación 6° ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2014. 600 pp.
 - LOPEZ, Francisco. La empresa, explicada de forma sencilla. [en línea]. España: Libros de Cabecera, 2009 [fecha de consulta: 10 de junio de 2016].
Disponible
en: <https://books.google.com.pe/books?id=8QqIGLF7txsC&pg=PA161&dq=la+empresa+explicada+de+forma+sencilla+productividad&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiKgPrd-rzNAhVJqR4KHVkWd3EQ6AEIHDAa#v=onepage&q=la%20empresa%20explicada%20de%20forma%20sencilla%20productividad&f=false>
ISBN: 9788493674045
 - CRUELLES, José. Ingeniería industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación. México D.F.: Marcombo S.A., 2013. 830 pp.
 - GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo 2° ed. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana, 2005. 459 pp

- CRUZ López, Yemina. "Nivel de eficiencia y eficacia financiera de la unión Interoceánica de México". Tesis (para optar maestría en administración). México, México 2009. Disponible en: <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/263/1/Tesis%20Yemina%20Cruz%20L%C3%B3pez.pdf>

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLES/ESTRUCTURA/INDICADORES	Pertinencia		Relevancia		Cantidad		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSION 1: Estado del trabajo	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSION 2: Tiempo, recursos	SI	No	SI	No	SI	No	
3		SI	No	SI	No	SI	No	
4		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	SI	No	SI	No	SI	No	
5	DIMENSION 1: Estructura	SI	No	SI	No	SI	No	
6		SI	No	SI	No	SI	No	
7	DIMENSION 2: Estructura	SI	No	SI	No	SI	No	
8		SI	No	SI	No	SI	No	
9	DIMENSION 3	SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precluir si hay suficiencia): SI NO

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Mg. LEONARDO DAVID ROSA DNI: 08659846

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL, MBA, DA

15 de 06 del 2017

Previamente al llenar el presente formulario, el juez validador debe leer detenidamente el instrumento de medición para asegurarse de que el contenido del mismo sea pertinente, relevante y cuantificable. Si el instrumento de medición no cumple con estos requisitos, el juez validador debe indicar la razón de ello en el espacio destinado para ello.

Firma del Jefe del Departamento de Investigación
[Firma]
Dr. MSc.

CERTIFICADO DE VALDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLES DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia		Referencias		Claridad		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio del trabajo								
DIMENSION 1: estudio del trabajo								
1		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2								
DIMENSION 2: Tiempo muertos								
3		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4								
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad								
DIMENSION 1: Eficiencia								
5		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
6								
DIMENSION 2: Eficacia								
7		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
8								
DIMENSION 3:								
9		SI	NO	SI	NO	SI	NO	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: ☐ Aplicable ☐ No aplicable ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Genyana Romina Poma DNI: 80608259
Especialidad del validador: Ing. Industrial HSE Tesis de la carrera de

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
Referencia: El ítem es apropiado para representar la competencia o dimensión específica del constructo.
Claridad: Se entiende sin dificultad para el emisor del ítem es claro, preciso y directo.

Nota: Suficiencia, se da a su vez cuando los ítems planteados con el ítem para medir la dimensión.

13 de Julio del 2017


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE ESTIMACIÓN INDICADORES	Preferencial	Relevancia	Cuadros	Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Estado del trabajo	SI	No	SI	No
1	DIMENSION 1: Estado del trabajo	SI	No	SI	No
2	DIMENSION 2:	SI	No	SI	No
3		SI	No	SI	No
4		SI	No	SI	No
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	SI	No	SI	No
	DIMENSION 1: Eficiencia	SI	No	SI	No
5		SI	No	SI	No
6	DIMENSION 2: Eficacia	SI	No	SI	No
7		SI	No	SI	No
8	DIMENSION 3:	SI	No	SI	No
9		SI	No	SI	No

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinion de aplicabilidad:

Aplicable

después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: *Dr. José María Rodríguez*

Dr. José María Rodríguez

DNI: *10003346*

Especialidad del validador: *Dr. José María Rodríguez*

09 de *06* del 2017

Particular: El llenar corresponde al concepto leído, formalizado, referenciado. El llenar es apropiado para representar al conocimiento, dirección, especificación del contenido.

Actitud: Se ordena sin dificultad alguna el avaluado de tener la certeza, exacto y preciso.


Nota: Si no se cumple se debe sustituir la variable por la misma medida de validez para medir la dimensión.

Firma del Experto Informante:

[Firma]

[illegible]





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TÍTULO

Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de corte de la empresa Industrias

Metálicas El Rodentor S.A. - Lima, 2017

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR:

Carlos Adriano Abanto Pallardel

ASESOR:

Mgr. George Reinoso Vasquez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:



Resumen de coincidencias

6 %

< >

1 Entregado a Universida... 4 % >
Trabajo del estudiante

2 repository.unimilitar.ed... 1 % >
Fuente de Internet

3 core.ac.uk 1 % >
Fuente de Internet

4 Entregado a Tecsup 1 % >
Trabajo del estudiante